المجلد الأول

عجائب الكون وغرائبه

Mngool.com

الموسوعة العلمية المبسطة

هيئة التحرير والترجمة للصيغة العربية :
الدكتورة خالدة سعيد
الدكتور منيف موسى
عبلة خوري
هادي العلوي
سامي مبسوط
ليلى زهر الدين
أحمد سعيد محمدية

دار العودة . بيروت

الطَبعَة الأولى

١٩٨٩

يُطلب من دَار العَـودَة - بَيرُوت
كورنيش المزرعة - بناية ريفيرا سنتر
تلفون ٣١٨١٦٥ - ٨١٥٣٣٥
تلكس MEREBI ٢٣٦٨٢ - L - E
ص. ب ١٤٦٢٨٤

هذه الموسوعة

تمَّ نقل هذه الموسوعة عن اللغة الانجليزية(*) ، إلاّ ان فريق العمل الـذي قام بتعريبها قد أضاف اليها الكثير وطبعها بطابع عربي موضوعي .

ولذلك فإن قسماً كبيراً منها هو مؤلفٌ عن طريق إضافة ما يلزم من موضـوعات ناقصة ، أو عن طريق كتابة موضوعات جديدة لم ترصدها الموسوعة بنصها الأجنبي .

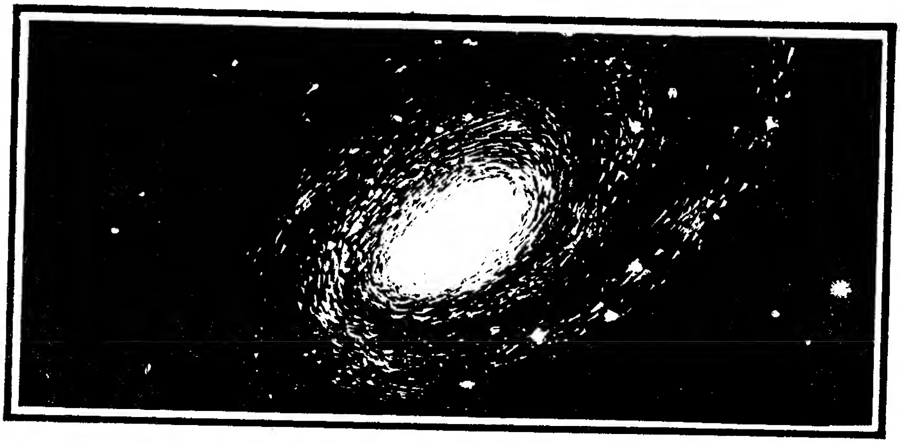
لقد توخينّا الدقة في اختيار المواضيعَ التي تَخدم القارىء العـربي ، وحرصنـا حرصاً مؤكداً على ابراز معالم الحضارة العربية التي أغفلها النص الاجنبي ، كما أكدنا على دور أمتنا العربية في صياغة الحضارات القديمة ، وعلى دورها الفاعل في ذلك ، دون أن نلجـأ الى الخطابـةِ أو الزعمِ ، وإنمـا عن طريق احقـاق الحقائق التـاريخية والعلمية المعروفة والمقررة . وقد فعلنا كل ذلك بلغة مبسطة يستطيع قراءتها الفتيات والفتيان ، وأيضاً الكبار المتمرسين بفن القراءة .

ان دار العودة ، لا تملك وهي تقدم ـ هذا العمل في خمس مجلدات ـ إلاّ ان تشعر بشيء من الاعتزاز لأنها وهي تمارس عملها في النشر لم تنسَ واجبَها القومي . وأن تشكر هيئة التحرير ـ التي أشرفت على الترجمة والتعريف والتأليف والصياغة ـ وأن تخصَّ بالشكر الأستاذة الدكتورة خالدة .

أحمد سعيد محمدية
مدير دار العودة المسؤول

* استخلصت من سبعة مجلدات صدرت بعنوان «أخبرني لماذا» 'Tell me why»

مَا مَدَى اتِسَاع الكون ؟



يستحيل على العقل البشري أن يتخيل صورة حقيقية تمثل **حجم الكون** . إنّنا لا نعرفُ حجمَ الكَوْنِ ولا نقدرُ أن نتصوَّرَ كم هو كبير.

لفهمِ سَبَبِ هذا العجز نبدَأُ بالأرضِ والمسافةِ بينها وبينَ الكواكبِ . علماً **بأنَّ الأرضَ** جرمٌ صغيرٌ في المَنظومَةِ الشَّمسية . **المنظومَةُ الشَّمسيةُ** تتكوَّنُ مِنَ **الشَّمسِ والكواكبِ السيارةِ** الدائرةِ في فَلَكِهَا ، **والكُوَيكِباتِ السَّيّارةِ وهيَ** كواكِبُ صغيرةٌ سيّارةٌ تقعُ بينَ المرّيخِ والمُشْتري ، بالإضافةِ إلى **النيازكِ أو الشُّهُبِ** ..

هٰذِهِ المنظومةُ الشَّمسيةُ بكامِلِها لا تُشَكِّلُ إلا جزءاً صغيراً من مجموعةٍ أكبـرَ بكثيرٍ اسمُها **المَجَرَّةُ** . **والمجرَّةُ** مُكوَّنَةٌ من ملايينِ **النّجومِ** . والكثيرُ من

هذه النجومِ **شموسٌ** أكبرُ من شمسِنا ، وربَّما كانتْ تشكِّلُ منظوماتٍ تشبهُ منظومَتَنا الشَّمسيّةَ .

وهكذا ، فالنجومُ التي نراها في مجرَّتِنا، التي يُقالُ لها « **نهرُ المجرَّةِ** » أو « دربُ التّبـانِ » هي شموسٌ . هذه النجومُ أو الشموسُ تبعُدُ عنّا مسافاتٍ تُقاسُ بالسِّنينِ الضَّوْئِيَّةِ بدلَ الأميالِ والكيلومتراتِ . والضوءُ يقطعُ في السنة الواحدة ما يقاربُ (٦,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠) ستَّةَ ملايينِ الملايينِ من الأميالِ ، أو ما يزيدُ عن تسعةِ ملايين الملايينِ من الكيلومتراتِ . فإذا عَلِمْنا أنَّ النجمَ اللامِعَ المُسمَّى **نجمَ العَيُّوفِ** هو أقربُ النجومِ إلينا ، مع ذلك يَبْعُدُ (٢٥ ٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠) خمسةً وعشرينَ مليونَ مليونِ ميلٍ أو اربعينَ مليونَ مليونِ كيلومترٍ أَمْكَنَنَا أن نتخيَّلَ كم تبعدُ بقيَّةُ النجوم .

لكنْ مهلاً ، ما زِلْنا نتكلمُ في حدود مجرَّتِنا . وهذه المجرَّةُ الَّتي نشكِّلُ جزءاً منها تمتدُّ ، كما يظُنُّ العلماءُ ، بمقدارِ مئةِ ألفِ سنةٍ ضوئية ؛ فإذا أَرَدْنا أن نحسبَ هذه المسافةَ بالأميالِ وجَبَ أن نضربَ ستةَ ملايينِ الملايين بمئةِ ألفٍ أي (١٠٠,٠٠٠ × ٦,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠) ولا يغيبَنَّ عن بالنا أنَّ مجرَّتَنَا جزءٌ من نظامٍ أوسعَ .

هذا ، وربّما كانتْ هناكَ **ملايينُ المجرَّاتِ** وراءَ **مجرَّتِنا** ، وهذه المجرَّاتُ كلُّها قد تكونُ بدورِها جزءاً من نظامٍ أعظمَ !

هكذا تقدرُ أن تفهمَ لماذا يستحيلُ علينا أن نعرِفَ حجمَ الكونِ . والعلماءُ يقولون إن الكونَ يتمدَّدُ وينتشِرُ . هذا يَعْني أنه كُلَّما مرَّتْ مليارات من السنين تضاعَفَتِ المسافةُ الفاصِلَةُ بين مجرَّتَيْن .

مَا دَربُ التَّبَّان ؟

من أعجبِ المشاهِدِ الَّتي نراها في القبَّةِ السمـــاويّـةِ ، وأشدِّهَا سحراً وغموضاً مشهدُ دربِ **التَّبانِ** أو **المجرَّة** . درب **التَّبان** ينتشرُ شبيهاً بجواهِر تناثرتْ في السَّماءِ من جانبٍ إلى جانب . عندما كانَ الناسُ في الأزمنةِ الماضيةِ يتأمَّلون في هذا المشهدِ كانَتْ أنفسُهم تمتلىءُ بالرَّوعةِ والعَجَبِ ، تماماً ، كما نشعرُ اليومَ . لكِنْ ، بما أنَّهم لم يكونوا يعرِفون عن هذا المشهدِ شيئاً ، اخترعوا أنواعاً منَ التفسيراتِ والحكاياتِ وأطلقوا عليه أسماءَ غريبةً .

من هذه التفسيراتِ غيرِ العلميَّةِ ، اعتقادُ الناسِ في العهودِ المسيحيةِ الأولى أنَّ دربَ **التّبانِ** طريقٌ للملائكةِ يعبرونَهُ كي يذهبوا إلى الجنّة . كما تَخيَّلوا أنَّ دربَ **التّبانِ** فتحةٌ أو نافذَةٌ على الجنَّةِ بحيثُ نستطيعُ ، نحنُ سكانَ الأرضِ ، أن نَلْمَـحَ شيئاً من الروائعِ الكامنَةِ وراءَها .

وإذَا كُنَّا اليومَ نعرفُ طبيعةَ دربِ **التَّبَانِ** معرفةً علميةً ، فإن هذهِ المعرفةَ لا تقلّلُ من روعتِهِ واندهاشِنَا بِهِ . لأن الحقائِقَ العلميةَ عن دربِ **التّبانِ** لا تقلُّ غرابةً عن الخيالِ !.

مجرَّتُنا لها شكلٌ إجماليٌّ يُشبِهُ شكلَ الساعةِ . فهي دائريةٌ ، وتقع أجرامُها على مستوى واحدٍ . ولوِ اسْتَطَعْنَا أن نرتفعَ فوقَهَا وننظرَ إليها ، لبدَتْ مثلَ ساعةٍ هائِلَةٍ . لكِنّنا داخلَ هذه **المَجرَّةِ** وعندما ننظرُ إلى أعلى فكأَنَّنا ننظُرُ

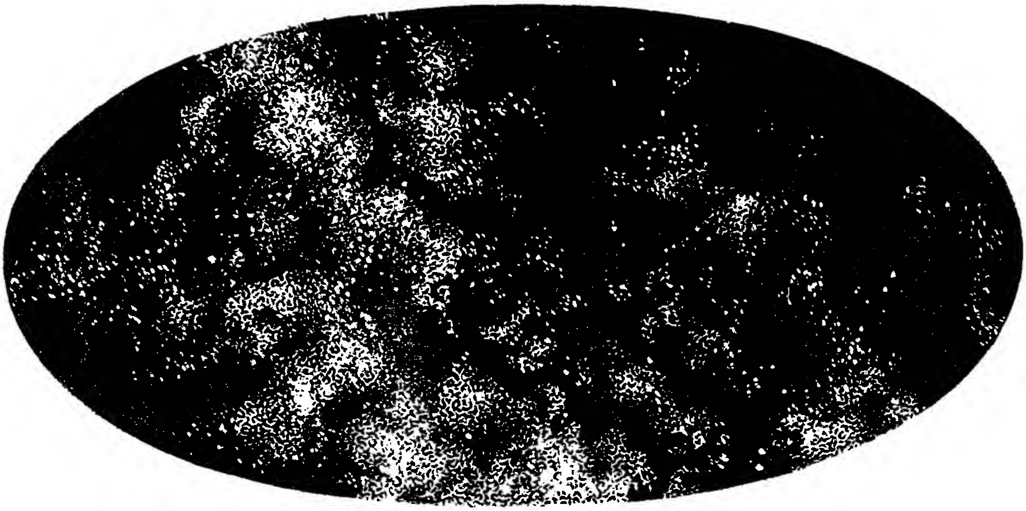
إلى حافَةِ السَّاعَةِ من داخِلِها ، فنرى هذِه الحافةَ منحنيةً مقوّسةً حولَنَا . وبما أنَّ فيها ملايينَ النجومِ فإننا نراها في شكلِ دربِ **التّبّانِ** .

هل تعرفونَ أنَّ المجرَّةَ تضمُّ حوالى (٣,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠) ثلاثةِ آلافِ مليونِ نجم ؟! وإليكُم فكرةً عن حجمِهَا :

يستغرقُ ضوءُ الشّمسِ ثماني دقائقَ كي يصلَ إلى الأرضِ . فتصوَّروا أنَّ الضوءَ يستغرقُ (٢٧,٠٠٠) سبعةً وعشرين ألفَ سنةٍ كي يقطعَ المسافةَ من مركزِ **المجرَّةِ** إلى الشَّمسِ !

والمجرَّةُ تدورُ حولَ مركزِهَا ، كما تدورُ العَجَلَةُ . والنقطةُ أو الموقعُ الّذي نحن فيه يحتاجُ إلى (٢٠٠,٠٠٠,٠٠٠) مئتي مليونِ سنةٍ كي يُكملَ دورةً واحدةً .

كم مَجَرّة في الكون ؟



في الكَوْنِ جُزُرٌ أو **مجموعاتٌ عظيمةٌ** من النجومِ تُسمَّى كلٌّ منها «**مَجَرَّةً**» . **شمسُنا** نجمٌ من نجومِ **مَجَرَّةٍ** اسمُها **دربُ التّبّانِ** . **دربُ التّبّانِ** مَجَرَّتُنَا ، وفيها ملياراتُ النجومِ . ولكي نتصورَ حجمَها نقولُ إنَّ الضوءَ يحتاجُ إلى مئةِ ألفِ سنةٍ كي ينتقلَ من أحدِ طرفَيْهَا إلى الطرفِ الآخر . (علماً بأن الضوءَ يقطع مسافةً تقاربُ ٦,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ ستةَ ملايينِ الملايين من الأميالِ في السَّنَةِ) .

وقد اكتشفَ علماءُ الفلكِ ، عن طريقِ التِلسكوبِ أو **المِرْقَبِ الفلكيِّ** أنَّ في الكونِ ملايينَ المَجرَّاتِ وراءَ مجرَّتِنا . لكنْ هناك ثلاثةُ نماذجَ معروفةٍ من المجَرَّات . المجَرَّاتُ ذاتُ الشكلِ اللَّوْلَبِيِّ (كمجَرَّتِنا) وتُسمَّى **المجَرّاتِ**

اللولبيّة . وأقربُ مجرَّةٍ لوْلَبِيةٍ إلينا تبعُدُ حوالى مليونَيْ سنةٍ ضَوْئيَّةٍ . وهي أكبرُ مجرّةٍ في **الكوكَبةِ** (أو مجموعةِ المجرات) المسمّاةِ أندروميدا (أو المرأةَ المُسَلْسَلَةَ) .

وهناكَ سبعَ عشرةَ بالمئةِ (١٧٪) من المجرَّاتِ ذاتُ **شكلٍ إهْليلجيٍّ** (الشَّكلُ الإهليلجيُّ هوَ شَكلُ دائرةٍ شُدَّتْ من طَرَفَيْهَا) . هذه **المجرَّاتُ الإهْليلجِيَّـةُ** تضمُّ نجوماً ولا يبدو فيها غبارٌ أو غازاتٌ .

وهناكَ مجرَّاتٌ تُسَمَّى **مَجرَّاتٍ غيرَ منتظَمَةٍ** إذْ ليسَ لها شكلٌ خاصٌّ . وهي تضمُّ كواكِبَ وغُباراًوغـازاتٍ .أقربُ مَجرَّتَيْنِ إلى مجرَّةِ **درب التَّبَّانِ** هما من النَّوعِ غيرِ المُنْتَظِمِ .

هناكَ بالإضافةَ إلى ما ذَكَرْنا مجرَّاتٌ صغيرةٌ تُسَمَّى **المَجَرَّاتِ الأَقزامَ** . صُغراها تمتدُّ على مسافَةِ بضْعِ مئاتٍ من السِّنين الضَّوْئيَّةِ وتضمُّ بضعةَ آلافٍ من النُّجومِ . وربما كانتِ المجرَّاتُ الأَقزامُ أكثرَ عدداً من المجرَّاتِ العظيمةِ فـي الكَـوْنِ .

تبعُدُ كلُّ مجرَّةٍ عن غيرِها مئاتِ آلافِ السنينَ الضوئيَّةِ . وهي تنتظِمُ في مجموعاتٍ أو **كـوْكبَـاتٍ** ، وكلُّ **كَوْكَبَةٍ** تضمُّ عشرَ مجرَّاتٍ عظيمةٍ أو أكثرَ بالإضافَةِ إلى المجراتِ الأَقزامِ .

أبعدُ **كَوْكَبَةٍ** أو مجموعةِ مَجَرَّاتٍ أمكنَتْ رؤ يتها حتّى الآنَ بالمِرْقَبِ الفلكيّ تبعُدُ عن مَجرَّتِنا ملياراتِ السّنين الضوئيّة . لكنَّ هناك مجرَّاتٍ أبعدُ ، ويكادُ يستحيلُ أن نتخيَّلَ مقدارَ بُعدِها عنَّا . ولذلك ربَّما بقيَ السؤالُ عن عددِ المجرَّاتِ في الكَوْنِ بلا جواب .

السُّدُم

إذَا كنتُم قد رأيتُم صُوَراً للسَّـديمِ في الكتبِ بشكلِ دَوَّاماتٍ عظيمةٍ من الغيوم ، فلا تتوقَّعوا أن تجدُوا شيئاً شبيهـاً بذلك في السَّماء . معظم **الغُيُومِ السَّدِيميَّةِ** باهتةٌ لا تُرى إلا بواسطةِ المِرقَبِ أو المنظارِ الفلكي . وكلمةُ « **سديمٍ** » العربيةُ أو ما يقابلُها في اللغاتِ الأوروبيةِ تَعني حَرْفِيّاً الضبابَ الرَّقيق ؛ وقد سُمِّيَ **السَّديمُ الفضائيُّ** بهذا الاسمِ لأنه ظهَرَ شبيهاً بالضَّباب من خلالِ المنظارِ الفَلَكِي الصغيرِ القديم .

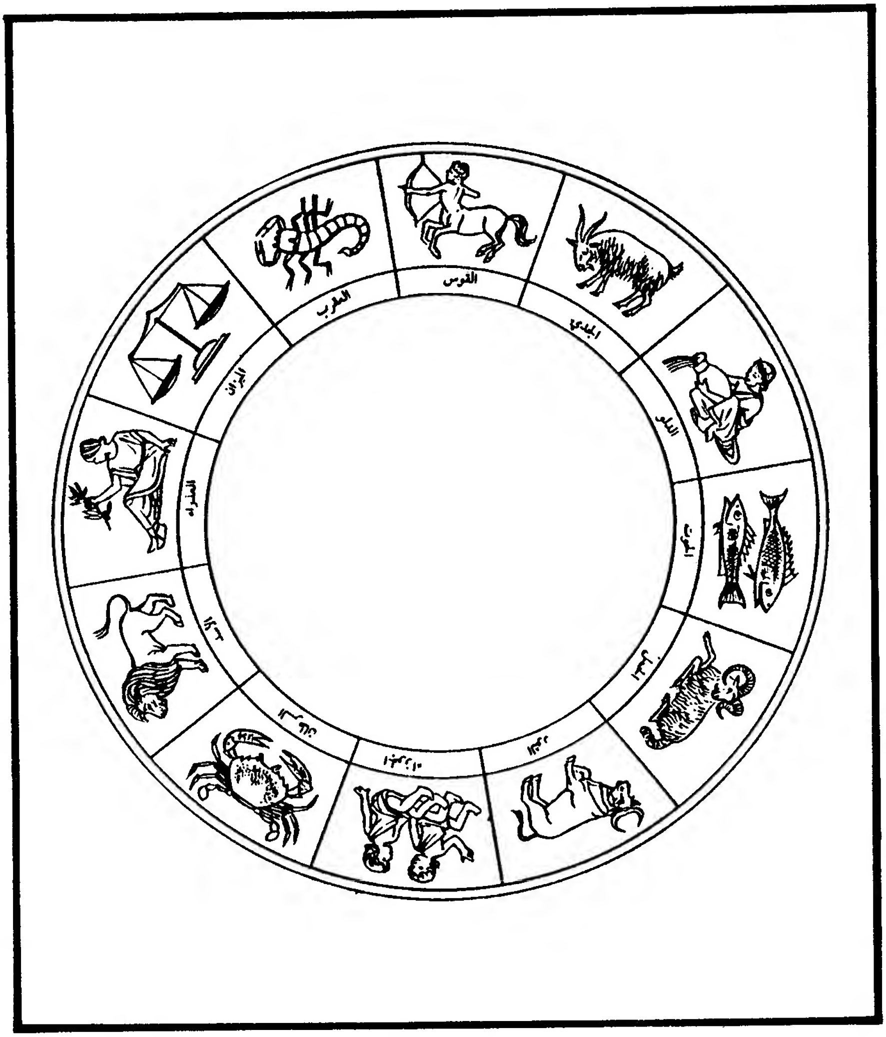
هناكَ نوعانِ رئيسيانِ من **السُّدُمِ** : النوعُ الأَوَّلُ هو **سديمُ دربِ التَّبّانِ** الموجودُ ضمنَ مجرَّتِنا ، وهو يتكوَّنُ من الغُبارِ والغازِ . والنوعُ الثَّاني هو **السديمُ الخارجيُّ** الموجودُ خارجَ مجرَّتِنا ويتكوَّنُ من النجومِ في الدَّرجَةِ الأُولى .

يقِلُّ عددُ تجمُّعاتِ سديم **دربِ التّبّانِ** عن ألفَيْ تجمعٍ (٢٠٠٠) . هذا يعني أنَّ معظمَ **تجمُّعاتِ السَّديمِ** المعروفةِ موجودةٌ خارجَ مجرَّتِنا . كم عددُها ؟! ما نعرفُهُ حتَّى الآنَ هو أنَّهَا تُعَدُّ بالملايينِ موزَّعَةً في الفضاءِ الشاسِعِ وراءَ دربِ التّبّانِ ؟ ويُطلَقُ على تجمُّعاتِ **السَّديمِ الخارجِيِّ** أحياناً اسمُ « **الجُزُرِ الكونيّةِ** » أو **المَجرَّاتِ** . هذا يَعني أنّه لو نَظَرَ شخصٌ ما من ذلك الموقعِ إلى مَجَرَّتِنا لبدَت له مثلَ السديم .

لِتَجمُّعاتِ **السَّديمِ الخارجي** أشكالٌ مختلفةٌ . بعضُها غيرُ منتظمٍ

وبعضُها الآخرُ اهليلجيٌّ . لكنَّ معظمَها لولبيُّ الشكلِ . **والسَّديمُ اللولبيُّ** ، كما هي حالُ مَجَرَّتِنا، مكوّنٌ من عددٍ كبيرٍ من النجومِ ، ومن غيومٍ غازيَّةٍ ضخمةٍ ، وتجمُّعاتٍ من الغبارِ الكَوْني . ولهذا النوعِ من **السَّديمِ اللولبي** مركزٌ في الوَسَطِ، ومن هذا المركزِ تمتدُّ ذراعٌ أو استطالةٌبشكلٍ لولَبي . السَّديمُ اللولبي في كوكبَةِ **اندروميدا** (المرآةِ المسلسلة) هو أقربُ سديمٍ إلى الأرض وهو الأكبرُ والأشدُّ لمعاناً بين الكوكباتِ التي يعرفُها الإنسان . وهذا السَّديمُ يبعثُ ضوءاً يزيدُ (١٥٠٠,٠٠٠,٠٠٠) ملياراً وخمسمئةَ مليونِ مرةٍ عن كميةِ الضوءِ التي تصدرُ عن الشمس .

الأبراجُ وعَددُها



هل يخطرُ لك عندما تنظرُ إلى النجومِ أن تتبعَ خُطوطاً وأشكالاً لأشياءَ معروفةٍ ؟ هذا ما فعلَه الناسُ في أنحاءَ مختلفةٍ من العالمِ وعلى مرِّ العصورِ . كانوا ينظرون إلى تجمُّعاتِ النجومِ ويرَوْنَ فيها أَشْكالاً يُطْلِقُون عليها أسماءَ . لذلك لا تتوقَّعْ أن تأتيَ الخطوطُ العامَّةُ الوهميةُ الواصِلَةُ بينَ مجموعاتِ الكواكبِ مشابهةً لما تدُلُّ عليه التَّسْمِيات .

حدَّد الفلكيون البابِلِيُّون ثم اليونانُ (٤٨) ثمانيةً وأربعين تجمُّعاً أو بُرْجاً . أطلقت على هذه **الأبراجِ** في البدايةِ تسمياتٌ بابليةٌ ثم تسمياتٌ يونانية ؛ ومنذ ذلك الحينِ حتى يومِنا هذا سُمِّيَ (٤٠) أربعون برجاً جديداً فصار عددُ **الأبراجِ** (٨٨) ثمانية وثمانين .

وبالطبعِ لا نستطيعُ أن نرى **الأبراجَ** كلَّها من أيِّ مكانٍ على سطحِ الأرض . بعضُها يُشَاهَدُ في سماءِ نصفِ الكرةِ الجنوبيِّ ، وبعضُها يُشاهَدُ جنوبيَّ خطِّ الاستواءِ فقط .

أَثْناءَ دورانِ الأَرضِ حولَ الشمسِ تظهرُ في الأُفُقِ تجمُّعاتٌ نجميَّةٌ أو أبراجٌ جديدةٌ . أما **الأبراجُ القطبيَّةُ** التي يبدو أنها تدورُ حول نجمِ الشَّمالِ فإنها تظهرُ طوالَ السنةِ . كما أن هناك أبراجاً لا تشاهَدُ إلا في الشِّتاءِ ، أو في الربيعِ أو الصيفِ أو الخريفِ .

مِمَّ يتكوَّنُ النجم ؟

كلُّ **نجمٍ** لامعٍ نراهُ في السماءِ هو **شمسٌ** مثلُ شمسِنا . هذا يعني أنَّ **النجومَ كراتٌ هائلةٌ من الغازِ المتأجِّجِ** . وهذه الشموسُ حارَّةٌ إلى درجةِ أنَّه لو وُضِعَتْ فيها قطعةٌ من الفولاذِ لَتَبَخَّرَتْ متحوِّلةً إلى سحابةٍ من الغاز ! والغازاتُ في كثيرٍ من هذه النجومِ قليلةُ الكثافةِ إلى درجةٍ كبيرةٍ . وسببُ ذلك أنَّ ذراتِ المادةِ في الغازِ متباعدةٌ كثيراً .

لكنَّ النجومَ تحتوي على المادةِ . فنحنُ نعرفُ مثلاً أن **الشمسَ** تضمُّ أكثرَ من (٦٠) ستين عنصراً من عناصرِ الموادِ الموجودةِ على الأرضِ . هناك بين العناصرِ الموجودةِ في **الشمسِ الهيدروجين ، والهليومُ ، والحديدُ ، والكالسيوم ، والمغنيزيوم** .

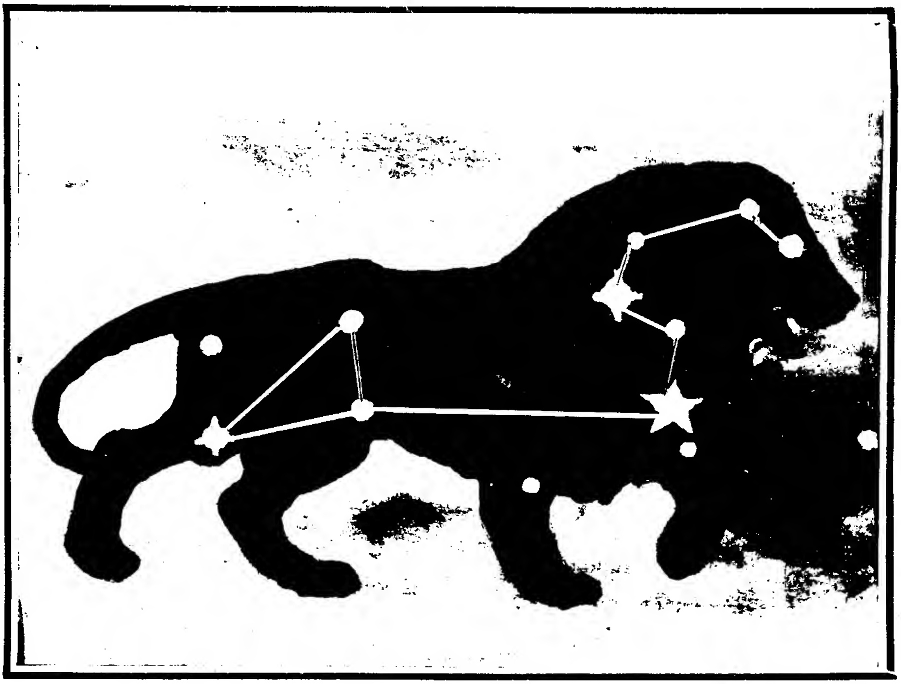
في النجومِ الأقلِ حرارةً يُحتمَلُ أن تكونَ المادةُ في شكلٍ سائلٍ ، أو ما يشبِهُ الحديدَ المُنْصَهِرَ في الأفرانِ العالية . وفي **النجومِ القديمةِ الباردةِ** ربَّما كانتِ المادةُ شديدةَ الكثافةِ والصلابةِ إلى درجةِ أنَّ البوصةَ المكعبةَ منها (البوصةُ من مقاييسِ الطولِ وهي تُساوي ٢,٥ سم ، والبوصةُ المكعَّبةُ تساوي ١٥,٦ سم^{٣}) قد تَزِنُ طنّاً . هذه النجومُ يُقالُ لها **النجُومُ** « **الميتةُ** » أو **النجومُ** « **المُعْتِمَةُ** »

ويستطيعُ علماءُ الفضاءِ التعرفَ إلى هذه الأنواعِ من النجومِ بواسطةِ **المِطياف الضوئي** (أي منظار تحليل الطيف) . **المطيافُ يدرسُ الضوءَ الصادرَ عن**

النجمِ وعندما يحللُ العالمُ هذا الضوءَ يستطيعُ أن يعرفَ نوعَ المادةِ التي يتكوَّنُ منها ودرجةَ حرارتِها .

ألوانُ النجومِ المختلفةُ من الأبيضِ إلى الأزرقِ والأصفرِ والأحمرِ تدلُّ على نوعِ العناصرِ الداخلةِ في تركيبِ النجمِ . كما أنَّ **اختلافَ درجاتِ الحرارةِ في النجومِ تسبِّبُ اختلافاً في طيفِ الضوءِ** الذي يصدرُ عنها . وبذلك تصبحُ معرفةُ درجةِ حرارتِها ممكنةً .

كم نجماً نرى في الليل ؟



عندما يريدُ الناسُ أن يضرِبُوا مثلاً على الكثرةِ يقولون « مثلُ النجومِ لا يُعَدُّ ولا يُحصى » . وهذا بالفعلِ ما يخطرُ لنا عندما ننظرُ إلى السماءِ ليلاً ونرى النجومَ العديدةَ . لذلكَ قد تستغربون إذا عرفْتُمْ أن **عددَ النجومِ التي تمكنُ رؤيتُها بدونِ مرقَبٍ لا يتجاوزُ (٦٠٠٠) ستةَ آلافِ نجم** . وهذا لا يعني أن شخصاً ما يستطيعُ أن ينظرَ إلى الأعلى ويعدَّ ستةَ آلافِ نجمٍ لأنَّ أقلَّ من نصفِ هذا العددِ يمكنُ أن

يُشاهَدَ من أيِّ مكانٍ على سطحِ الأرض ، إذ يكونُ الباقي وراءَ الأفق . كما أنَّ العديدَ من النجومِ القريبةِ من الأفقِ لا يُشاهَدُ بسببِ الوهجِ المتخلِّفِ وعدمِ وضوحِ الرؤيةِ . فماذا يبقى ؟ على أيةِ حال لو بدأنا نعدُّ النجومَ فقد لا يسمحُ لنا الوقتُ والجهدُ أن نعدَّ أكثرَ من ألفِ نجمٍ .

العلماءُ يعدُّونَ النجومَ بطريقةٍ مختلفةٍ ؛ وذلك عن طريقِ ٱلْتقاطِ صورٍ لصفحةٍ محدَّدَةٍ من السماءِ (أي قبلَ أن تكونَ الأرضُ قد دارَتْ بحيثُ يتغيرُ منظرُ السماءِ) . وتُلْتَقَطُ هذه الصورُ بواسطةِ آلةٍ متّصِلَةٍ بعينِ المرقبِ .

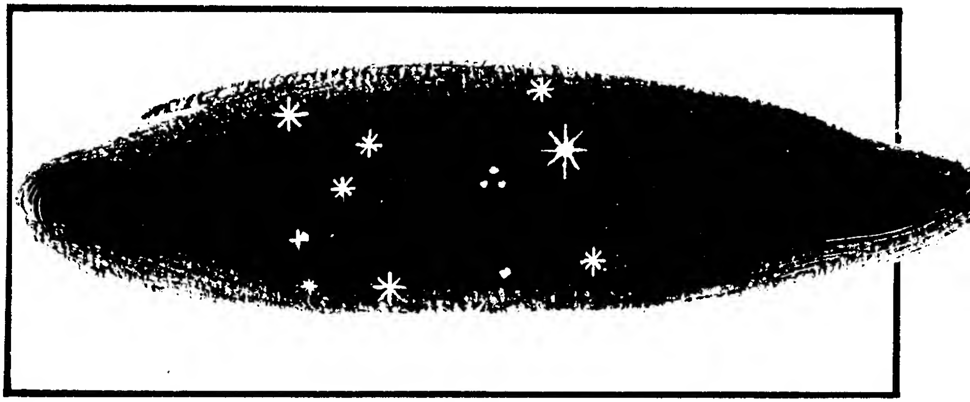
وهكذا يمكنُ للصورةِ أن تُظهِرَ ، في بقعةٍ محددةٍ من السّماءِ ، عدداً من النجومِ أكبرَ بكثيرٍ مما تقدرُ العينُ المجردةُ أن تراه . فإذا استغرقَتْ عمليةُ التصويرِ مدةً أطولَ ، ازدادَ عددُ النجومِ التي يمكنُ تصويرُها .

وباستخدامِ مرقَبٍ مُركَّبٍ قويٍّ جداً يمكن تصويرُ أكثرِ من (١,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠) مليارِ نجم .

ما أنْ تتمَّ ملاحظةُ نجمٍ في السماءِ حتى يُعْطى اسماً أو رَقماً في العصورِ القديمةِ ، كانتْ شعوبٌ مختلفةٌ ، كالبابليين واليونانِ والرومانِ والعربِ والصينيين ، تطلقُ الأسماءَ على النجومِ الأكثرِ لمعاناً ، أو النجومِ التي تلفِتُ النظرَ . وهكذا نجدُ أكثرَ من مئةِ نجمٍ يحملُ أسماء .

وقد وضع القدماءُ جداولَ وخرائطَ للنجومِ التي كانت معروفةً . **أقدمُ جداولِ النجومِ يضمُّ (١٠٢٥)** ألفاً وخمسةً وعشرين نجماً ، ويرجعُ هذا الجدولُ إلى عام ١٣٧ بعد الميلاد . **أما الجداولُ الحديثةُ فهي تضمُّ ما يزيدُ عن (٤٥٧٠٠٠) أربعمئةٍ وسبعةٍ وخمسين ألفَ نجم .**

لِماذا تُشِعُّ النُّجوم ؟



النَّجمُ كرةٌ من الغازِ الملتهبِ الذي يُشعُّ بنورِهِ الخاص . بينما **الكواكبُ السيارةُ والقمرُ تشِعُّ بالنورِ الذي ينعكسُ عليها من الشمسِ** . والكواكبُ تشعُّ بنورٍ مستقرٍّ ثابتٍ بينما يبدو نورُ النجومِ مترجرجاً أو مُتراقِصاً . وسببُ هذا يرجعُ إلى الموادِ الموجودةِ في جوِّ الأرض والتي تعترضُ طريقَ الأشعةِ الآتيةِ من النجم . والهواءُ المتحرّكُ باستمرارٍ يكسرُ الأشعَّةَ الآتيةَ من النجمِ لذلك تبدو لنا متراقصةً .

لماذا **تُنيرُ شمسُنا ؟ لأنها نجمٌ** . وليسَتْ مع ذلك من أكبرِ النجومِ وأشدِّها نوراً. فبالقياسِ إلى بقيةِ النجومِ تُعْتَبَرُ متوسطةَ الحجمِ متوسطةَ الاشعاعِ . هناك ملايينُ النجومِ أصغرُ من شمسِنا ، كما أن هناك نجوماً عديدةً أكبرُ من شمسِنا بمئاتِ المرَّاتِ وهي تبدو صغيرةً لأنها بعيدةٌ جدّاً .

وقد صنَّفَ الفلكيون النجومَ منذُ أكثرِ من ألفَيْ سنةٍ إلى زُمَرٍ ودرجاتٍ تِبْعاً لضخامةِ حجمِها أو شدةِ لمعانِها . أما اليومَ فإنَّهَا تصنّفُ تِبْعاً للطيفِ الذي يتحلَّلُ إليه النورُ الآتي منها .

لماذا كان بعض النجوم أشدَّ لمعاناً من غيره ؟

عندما ننظرُ إلى السماءِ لا نرى فروقاً كبيرةً بين النجومِ . بعضُها يبدو أكبرَ من غيرِهِ ، وبعضُها أشدُّ لمعاناً . لكننا لا نستطيعُ بهذه الملاحظةِ البسيطةِ أن نكوِّنَ فكرةً واضحةً عن الفروقِ الهائلةِ فيما بينها .

الطريقةُ الحديثةُ لتصنيفِ النجومِ عن طريقِ المقارنةِ بين أطيافِها تجعلُ زُمَرَ النجومِ تتدرجُ من الأزرقِ حتَّى الأحمر . شمسُنا تُعْتَبَرُ في الزمرةِ الصفراءِ وتقعُ وسطَ هذه السلسلةِ من الألوانِ .

نجومُ الزمرةِ الزرقاءِ كبيرةٌ جدّاً وشديدةُ الحرارةِ واللَّمعانِ . ويمكنُ أن تصلَ درجةُ الحرارةِ على سطوحِها إلى (٥٠,٠٠٠) خمسين ألفَ درجةٍ وأكثر . **الشمسُ متوسطةُ الإضاءةِ** ، لا تزيدُ الحرارةُ على سطحِها عن (١٠,٨٠٠) عشرةِ آلافٍ وثمانمئةِ درجةٍ أو أقل من هذا بقليل . هكذا تَرَوْنَ أنَّ بعضَ النجومِ أشدُّ لمعاناًمِنْ غيرِها، لكنَّ بُعْدَها العظيمَ عنّا يجعلُنا لا نحسُّ أو نلاحظُ ذلك .

لمعانُ النجمِ يشارُ إليه بالدرجة . وهناك نسبٌ ثابتةٌ بينَ الدرجاتِ . فكلُّ نجمٍ في أيِّ درجةٍ من الدرجاتِ يكونُ أضعفَ بمرَّتين ونصفٍ من أيِّ نجمٍ في الدرجةِ التي تعلو درجتَه . فالدرجاتُ مرتَّبةٌ بشكلِ سلّمٍ لتعيينِ قياسِ الإشعاعِ . والنجومُ المُصَنَّفَةُ **تحتَ الدرجةِ السادسةِ هي نجومٌ لا تُشاهَدُ إلا بالمرقَبِ** . ونجومُ الدرجةِ الأُولى هي الأَشدُّ لمعاناً ، وهناك عشرون نجماً بهذه الدرجةِ ، لكن هناك ما لا يقلُّ عن مليارِ نجمٍ في الدرجةِ العشرين .

ما أشدُّ النجومِ لمعاناً ؟

هل نظرْتَ مرةً إلى السماءِ وحاولتَ أن تميّزَ أشدَّ النجومِ لمعاناً ؟

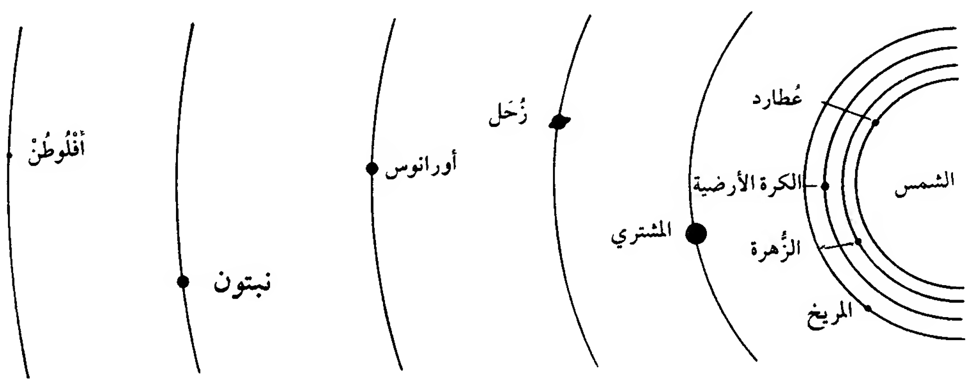
قد تتصورُ أنَّ عددَ النجومِ التي يمكن أن تراها لا يُعَد . لكنَّ النجومَ التي تُرى دونَ منظارٍ فلكي يبلُغُ عدَدُها ستةَ آلافِ نجم ولكنَّها لا تُشاهَدُ جميعُها إذا كنّا في النصف الشمالي من الكرةِ الأرضيَّةِ أو في نصفِها الجنوبي .

ومنذ أيّامِ البابليين واليونان أي قبلَ التاريخ الميلادي أو ما يزيدُ على أَلْفَيْ سنةٍ ، **صنَّفَ الفلكيّون النجومَ إلى زمرٍ بحسبِ حجمِها أو لمعانِها** . ولم يكنْ قد عُرِفَ ، قبلَ اختراعِ التلسكوبِ أو المرقبِ الفلكي إلا ستُّ درجاتٍ من اللمعانِ والضخامةِ. نجومُ الزمرةِ الأولى هي الأعظمُ حجماً والأشدُّ لَمعاناً ، ونجومُ الزمرةِ السادسةِ هي الأصغرُ والأضعفُ لمعاناً . النجومُ التي يقلُّ لمعانُها عن نجومِ الدرجةِ السادسةِ لا تُرى إلا بالمنظارِ الفلكي . أما اليومَ فقد أصبحَ بالإمكانِ تصويرُ نجومٍ من الدرجةِ الحاديةِ والعشرين بفضلِ التطورِ الحديثِ للمرقبِ الفلكي .

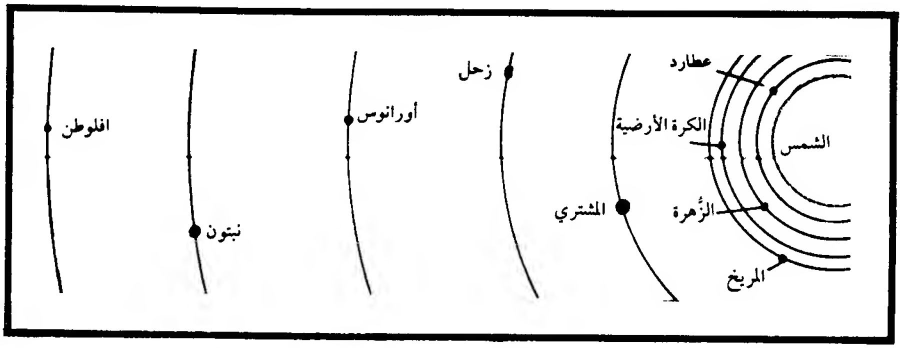
والنجمُ المُصَنَّفُ في زمرةٍ ما يكون أضعفَ لمعاناً بمقدارِ مرّتين ونصفِ المرةِ من نجومِ الزمرةِ السابقةِ له . **نجومُ الزمرةِ الأولى** أو الدرجة الأولى (٢٢) اثنان وعشرون نجماً ، وهي أشدُّ النجومِ لمعاناً ، **والأعظمُ لمعاناً في هذه الزمرةِ الأولى** هو سيريوس أو « **الشِّعرى اليَمانية** » . ودرجةُ لمعانِهِ تزيدُ ألفَ مرةٍ على

أضعفِ النجومِ التي يمكنُ أَن تُرى بالعينِ المجرَّدةِ .

وكلَّما ضعُفَتْ درجةُ اللمعانِ ، أي تراجعتِ الزمرةُ، زادَ عددُ النجومِ المُصنَّفةِ فيها . ففي الزمرةِ الأولى اثنان وعشرون نجماً ، أما في الزمرةِ العشرين فهناك حوالى ألفِ مليونِ نجم .



المنظومَة الشمسيَّة



نسمعُ أحياناً بعضَ الأخبارِ عن « الصحونِ الطائرة » ؛ ويتساءلُ النَّاسُ عمّا إذا كانت هناك حياةٌ على كوكبٍ آخرَ في الكون . يطرحُ الناسُ مثلَ هذِهِ الأسئلةِ أو يتخيّلون وجودَ صحونٍ طائرةٍ لأنهم يعرفونَ أنَّ منظومتَنا الشمسيّةَ مجرَّدُ جزءٍ صغيرٍ من الكونِ الشاسِعِ . ويعتقدُ العلماءُ أنَّ هناك ملايينَ أخرى من المنظوماتِ الشمسيةِ التي قد تكونُ شبيهةً بمنظومَتِنَا .

والمنظومة الشمسيةُ ، حيثما كانت ، تتألَّفُ من شمسٍ ومجموعةٍ من الأجسامِ تدورُ حولَها وتخضعُ لقوة جاذبيتِها . ومنظومتُنا الشمسيةُ مكوَّنةٌ من مجموعةِ الكواكبِ السيارةِ ، والأقمارِ ، والكويكباتِ والمذنّباتِ. تتحكَّمُ بهذه الأجرامِ جميعها جاذبيةُ الشمسِ وتجعلُها تدورُ حولَها في مداراتٍ محدّدَةٍ . وما أرضُنا إلا كوكبٌ من كواكبِ هذه المنظومة .

تختلفُ الكواكبُ اختلافاً كبيراً في حجمِها وبُعدِها عن الشمسِ .

كوكبُ عطارد هو أصغرُ الكواكِبِ وأقربُها إلى الشمسِ . يكملُ دورتَه حولَ الشمسِ في مدة (٨٨) ثمانيةٍ وثمانين يوماً. **كوكبُ الزّهرةِ** يبعدُ عن الشمسِ حوالى (٦٨,٠٠٠,٠٠٠) ثمانيةٍ وستين مليونَ ميلٍ ويدورُ حولَها في مدةِ (٢٢٥) مئتين وخمسةٍ وعشرينَ يوماً . **كوكبُ الأرضِ** يبعدُ عن الشمسِ (٩٣,٠٠٠,٠٠٠) ثلاثةً وتسعينَ مليونَ ميلٍ ويدورُ حولَهَا في مدةٍ تساوي (٣٦٥١/٤) ثلاثمئةٍ وخمسةً وستينَ يوماً وربعَ اليوم . **كوكبُ المرّيخِ** يبعُدُ عن الشمسِ (١٤٢,٠٠٠,٠٠٠) مئةً واثنين واربعين مليونَ ميلٍ ويدورُ حولَها في مدةِ (٦٨٧) ستمئةٍ وسبعةٍ وثمانين يوماً .

أما كوكبُ **المُشْتَري** الذي يبعُدُ عن الشمسِ (٤٨٣,٠٠٠,٠٠٠) أربعمئةٍ وثلاثةً وثمانين مليونَ ميلٍ فإنه يستغرقُ (١٢) اثنَتيْ عشرةَ سنةً ليكملَ دورتَه حولَ الشمس ! ويبعدُ **كوكبُ زحل** عن الشمس (٨٨٦,٠٠٠,٠٠٠) ثمانمئةٍ وستةً وثمانين مليونَ ميل ويحتاجُ إلى ثلاثين سنةً كي يكملَ دورتَه حولَهَا . **وكوكب نبتون** البعيدِ يحتاجُ إلى (١٦٥) مئةٍ وخمسٍ وستين سنةً ليُتمَّ دورَتَهُ . وأخيراً فإن **كوكبَ بلوتو** أبعدَ الكواكبِ عن الشمسِ يحتاجُ إلى (٢٤٨) مئتين وثمانٍ واربعينَ سنةً من سنوات الأرض كي يرسمَ مدارَهُ حولَ الشمس . هذه الكواكبُ جميعُها جزءٌ من **منظومتنا الشمسية**، مع ذلك يختلفُ كلٌّ منها عن الآخرِ ويخضعُ لظروفٍ مختلفةٍ تماماً .

كيفَ نشأ النظامُ الشمسيّ

لا نعرِفُ حتّى الآن السببَ في تشكُّلِ **نظامِنا الشَّمسيِّ** على هذه الصورةِ . كان يمكنُ أن يتشكَّلَ وفقَ نسقٍ مختلفٍ ، كما أنَّ في الكونِ **منظوماتٍ شمسيةً** لها نَسَقٌ أو نظامٌ مختلفٌ . هذا يتعلَّقُ بطريقةِ نشوئِها . ولقد اكتشفَ الانسانُ بعضَ القوانينِ الطبيعيةِ التي تجعلُ المنظومةَ الشمسيةَ تحافظُ على نَسَقِها الحالي .

فالأرضُ ، شأْنَ بقيَّةِ الكواكِبِ السَّيّارةِ، تتبعُ مدارَها حولَ الشمس . **المدةُ الزمنيةُ التي تستغرقُها الأرضُ كي تدورَ حولَ الشمسِ تُدعى السنةَ** . أما بقيةُ الكواكبِ فلها مداراتٌ أطولُ أو أقصرُ من مدارِ الأرض .

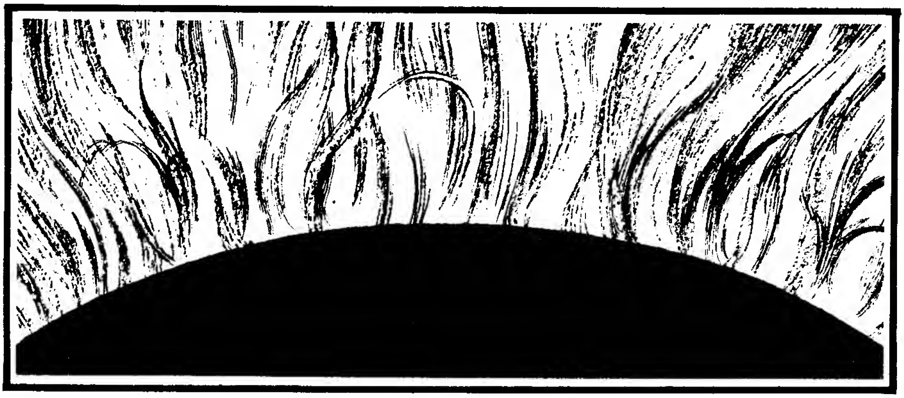
كيف نشأتِ المنظومةُ الشمسيةُ ولماذا كانتِ الكواكبُ بهذا الحجمِ ، ولماذا احتلَّتْ هذا الموقعَ أو هذاالمدارَ؟ أسئلةٌ لا يقدِرُ علماءُ الفلكِ أن يجيبوا عنها إجاباتٍ نهائيةً قاطعة . لكنَّ لديهم نظريتين : النظريةُ الأُولى ترى أنَّ تَكَوُّنَ الكواكبِ كان مرحلةً من مراحلِ التغيُّرِ التدريجي لِلشمسِ بحيثُ تحوَّلَتْ من كتلةِ غازٍ ملتهبٍ تدورُ بسرعةٍ إلى حجمِها الحالي ولمعانِها الذي نشاهدُهُ . والكواكبُ هي في الأَصلِ كتلٌ دوارةٌ من الغازِ والغبارِ انفصَلَتْ عنِ الشمسِ لسرعةِ دورانِهَا .

هناك نظريةٌ ثانيةٌ ترى أنه ربّما حصلَ اصطدامٌ بين الشمسِ ونجمٍ آخرَ مرَّ قريباً منها . فتناثرت بفعلِ هذا الاصطدامِ قطعٌ كبيرةٌ من الشمسِ ، راحتْ تدورُ حولَها على مسافاتٍ مختلفةٍ . هذه القطعُ هي الّتي صارتْ كواكبَ .

وسوارٌ صحَّتْ هذه النظريةُ أو تلكَ ، فإن المنظومةَ الشمسيةَ صارتْ كما هي الآنَ بنوعٍ من الصُّدفَةِ . لماذا تبقى كما هي ؟

تبيّنُ قوانينُ « كبلر » الفلكيّة أنَّ الكواكبَ تدورُ حولَ الشمسِ في مدارٍ إهليلجيّ (بيضاوي) . وأنَّ سرعةَ الكوكبِ في مدارهِ حولَ الشمسِ تزدادُ بنسبةِ قربهِ منها ؛ وأنَّ هناك علاقةً بين بُعْدِ الكوكبِ عنِ الشمسِ والمدةِ التي يستغرِقُها في رسمِ مدارهِ . أما قوانينُ نيوتن حول الجاذبيَّةِ والّتي تشكِّلُ قوانينُ كبلر الثلاثةُ جزءاً لا ينفصلُ عنها ، فهي توضِّحُ قوةَ الجذبِ بين أيّ جرمين أو جسمَيْن . هكذا نفهم لماذا تبقى المنظومةُ الشمسيَّةُ على حالِها ؛ إذ أنَّ بعضَ القوانينِ الطبيعيةِ تنظِّمُ وتثبتُ العلاقةَ بينَ الشمسِ والكواكبِ .

مَا الذي يجعَلُ الشمسَ تستمرُ في الإشعاع ؟



قد يصعبُ عليك أن تصدِّقَ هذا القول : حين تنظرُ إلى نجمٍ يلمعُ ليلاً أو تنظرُ إلى شمسِ الظهيرةِ ، فأنتَ تبصرُ نوعاً واحداً من الأجسامِ . **الشمسُ نجمٌ عاديٌّ** ، لكنها أقربُ النجومِ إلى الأرض . والحياةُ ، كما تعلمُ ، تعتمدُ على الشمسِ . لولا حرارةُ الشمسِ لما نشأتِ الحياةُ على الأرضِ . لولا الشمس لما كانتْ هناكَ نباتاتٌ خضراءُ ولا حيواناتٌ ولا بشرٌ .

الشمسُ تبعدُ عن الأرضِ ثلاثةً وتسعين مليونَ ميلٍ (٩٣,٠٠٠,٠٠٠) . **وحجمُها أكبرُ من حجمِ الأرضِ بمليونٍ وثلاثمئةِ ألفِ مرَّةٍ** ! وهنالك أمرٌ عجيبٌ يتعلَّقُ بالشمسِ ، فهي ليست صلبةً كالأرضِ ؛ لكن كيف نعرفُ ذلك ؟

تبلغ درجةُ الحرارةِ على سطحِ الشمسِ (١١,٠٠٠) أحدَ عشرَ ألفَ درجةٍ

فهرنهايت (الماء يغلي في درجة ٢١٢ فهرنهايت وتكونُ حرارةُ الشمسِ أكثر من ٦٠٠٠ درجة مئوية) .

هذه الحرارةُ تكفي لتحويلِ أيّ معدنٍ أو صخرٍ إلى غازٍ ، لذلك لا بُدَّ أن تكونَ **الشمسُ كتلةً من الغاز** ! .

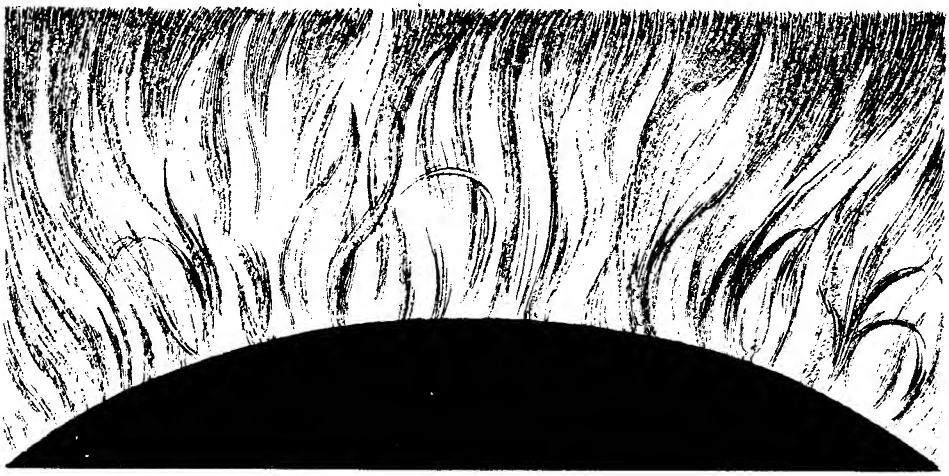
كان العلماءُ في الماضي يعتقدونَ أنَّ الشمسَ مشعّةٌ أي تطلقُ حرارةً وتبعثُ ضوءاً لأنها تحترقُ . لكن الشمسَ شديدةُ الحرارةِ منذ مئاتِ ملايينِ السنين ، ولا يمكنُ لأيِّ شيءٍ أنْ يستمرَّ في الاحتراقِ طوالَ مدةٍ كهذِهِ .

أما اليومَ فالعلماءُ يعتقدون أنَّ حرارةَ الشمسِ هي نتيجةٌ لنوعٍ من التفاعُلِ يشبهُ التفاعلَ الَّذي يتمُّ لدى انفجارِ قنبلةٍ ذريّةٍ . أي أن **الشمسَ تحوِّلُ المادةَ إلى طاقةٍ أو قدرةٍ** .

وهذا التفاعلُ شيءٌ مختلِفٌ عنِ الاحتراقِ . الاحتراقُ يحوِّلُ المادةَ من شكلٍ إلى شكلٍ (يحوِّلُ الخشبَ إلى فحمٍ مثلاً أو إلى رمادٍ) . لكن عندما تتحولُ المادةُ إلى طاقةٍ فإنَّ كميةً قليلةً جدّاً من المادة تكفِي لتوليدِ مقدارٍ هائلٍ من الطاقةِ . ويمكن لأونصة واحدة (أو أقل من نصفِ كيلوغرام) من المادة أن تولِّدَ طاقةً حراريةً كافيةً لتذويبِ أكثرِ من مليونِ طنٍّ من الصخورِ

فإذا صحَّتْ نظريةُ العلماء ، أمكنَ القولُ إنَّ **الشمسَ تستمرُّ في الاشعاعِ لأنَّها** ، بشكلٍ دائم ، **تحوِّلُ المادَةَ إلى طاقةٍ** . ويكفي (١/١٠٠) جزءٌ واحدٌ من مئةٍ من كتلةِ الشمسِ لتوليدِ طاقةٍ تُنتجُ الحرارةَ مدةَ مئةٍ وخمسين مليارَ سنة !

هَل يَبقى اشعاع الشمس بالدرجة نفسها ؟



هناك تعبيرٌ شائعٌ للتوكيدِ على وقوعِ أمرٍ ما بالقول « أنا واثقٌ من هذا ثقتي بأنَّ الشمسَ سوف تطلعُ غداً » . والشمسُ بالنسبةِ لنا نعمةٌ ثابتةٌ ، وعليها تتوقّفُ حياتُنَا . وسواءٌ أطلَّتْ أمْ حجبَتْها الغيومُ فنحن نعرفُ أنها حاضرةٌ دوماً مشعةٌ كما كانت دائماً .

وبما أنَّ **الشمسَ نجمٌ** فهي تضيءُ بنورِها الخاص . لكن ما مصدرُ طاقتِها ؟ **يُعتَقَدُ الآنَ أنَّ ذراتِ الهيدروجين في جوفِ الشمسِ الحارِّ تتَّحِدُ لتكوِّنَ الهليوم** . وعندما يتمُّ **هذا التفاعلُ ينبعثُ عنه قدرٌ عظيمٌ من الحرارةِ** يندفعُ نحو السطحِ بشكلٍ مستمرٍّ . وهذا يعني أن الشمسَ قادرةٌ أن تواصِلَ إشعاعَ هذه الطاقةِ على مدى ملياراتِ السنينِ المقبلة .

ليستِ الشمسُ جسماً صلباً كالأرض على الأقلِّ ، بالنسبةِ للسطح . والواقعُ أنَّ مناطقَ **مختلفةً** في الشمسِ تدورُ حولَ نفسِها بنسَبٍ من السرعةِ **مختلفةٍ** . فسرعةُ دورانِ الشمسِ في منطقةِ استوائِها غيرُها في منطقةِ القطبينِ . **منطقة الاستواءِ في الشمسِ تكملُ الدورَةَ حولَ نفسِها في مدى (٢٥)** خمسةٍ وعشرين يوماً بينما **تكملُ منطقةُ القطبينِ الدورةَ في مدى (٣٤)** أربعةٍ وثلاثين يوماً .

الطبقةُ الخارجيةُ للشمسِ تُسمَّى **الإكليلَ أو « الهالةَ »** . وهي مكوّنةٌ من موادّ خفيفةٍ في حالةٍ غازيّةٍ . والقسمُ الخارجيُّ من هذِهِ الهالةِ أبيضُ وله ألسنةٌ هائلةٌ كألسِنَةِ اللَّهبِ تمتدُّ ملايينَ الأميالِ بعيداً عن طرفِ القرصِ الشمسي . وهذه الألسنةُ تتسبَّبُ في تغيّرِ درجةِ اشعاعِ الشمسِ ، وهو تغيُّرٌ ضئيلٌ لكنه باتَ مُؤَكَّداً .

وهنـاكَ طبقةٌ ثانيةٌ من طبقاتِ الشمسِ تُسمّى « **الطبقةَ القرمزيةَ** » ويبلغُ عمقُها (٩٠٠٠) تسعة آلافِ ميل (أو ١٤,٠٠٠ كلم) وتتكوَّنُ بصورةٍ رئيسيةٍ من الهيدروجين وغازِ الهليوم . ومن هذه الطبقةِ يندفعُ ما يُعرَفُ « **بالشَّواظِ الشّمسي** » **الذي ينطلقُ** مبتعداً مسافةَ (١,٠٠٠,٠٠٠) مليون ميل . أو (١٦٠٠,٠٠٠ كلم) . وهذا الشواظُ عاملٌ آخرُ من عوامِلِ التغيُّرِ في درجةِ إشعاعِ الشَّمسِ .

مَنشأ الشمس

لولا الشمسُ لاستحالَتِ الحياةُ على الأرض. بدونها مثلاً يتجمَّدُ الجوُّ وتنعدمُ الخُضرةُ ولا يهطلُ مطرٌ ولا ينبتُ زرعٌ . ولذلك ننظرُ إلى الشمسِ على أنها ظاهرةٌ خاصةٌ وسطَ السماء .

لكن ، في الواقع ، ليس فيها شيءٌ خاص . إنها مجرَّدُ نجمٍ كسائرِ النجوم ! وليست النجمَ الأكبرَ ولا الأصغرَ ، لا الأشدَّ لمعاناً ولا الأكثرَ كمداً . مجردُ نجمٍ عادي . لكنها أقربُ النجومِ إلينا، وأرضُنا تقعُ على مسافةٍ مناسِبَةٍ منها مما يمكّنُنا من الاستفادةِ من حرارتِها وطاقتِها .

وبما أن الشمسَ نجمٌ فالعلماءُ لا يعرفونَ شيئاً عن منشئها ، لأنهم حتى الآن لا يعرفون كيفَ نشأتِ النجوم . وهناك أشياءُ كثيرةٌ عن الشمسِ لا نستطيعُ بعْدُ أن نفسرَها .

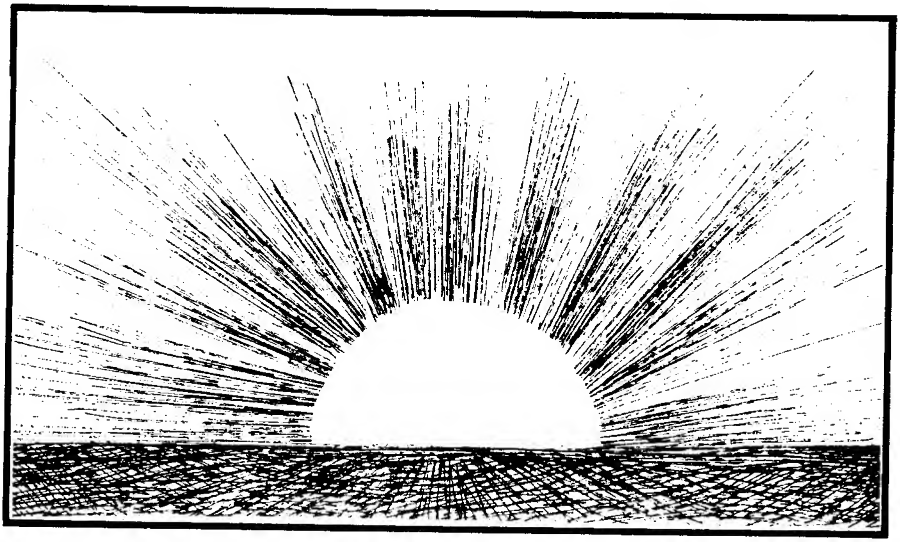
فمثلاً ما الَّذي يجعلُ الشمسَ تستمرُّ في « الاحتراق » . طبعاً الشمسُ لا « تحترق » لكن الضغطَ والحرارةَ الشديدةَ يجعلانِ الشمسَ تحوِّلُ المادةَ إلى طاقةٍ . هكذا فالشمسُ تستهلكُ مادَتَها لتطلقَ الطاقة . وهذه الطاقةُ تتولَّدُ بنسبةٍ عظيمةٍ لا تتركُ مجالاً للخوفِ من تبرُّدِ الشمس . إن جزءاً واحداً من مئة (١/١٠٠) من كتلةِالشمسِ الهـائلةِ يكفي لنشـرِ الحـرارةِ على مـدى (١٥٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠) مئةٍ وخمسين مليارَ سنةٍ !

كم درجة حرارة الشمس ؟

كم تبلُغُ درجةُ الحرارةِ على سطحِ الشمس ؟ يعتقدُ العلماءُ ، بموجبِ حساباتِهِم ، أنها حوالى (١٠٨٠٠) عشرةِ آلافٍ وثمانمائةِ درجةٍ فهرنهايت (٦٠٠٠ ستة آلاف درجة مئويةٍ تقريباً) . ولكي تكوّنوا فكرةً عن مدى ارتفاعِ هذهِ الحرارةِ نذكُرُ بأنَّ الحديدَ الذي يُصهر حتى يصيرَ لونُه أبيضَ كي يُستخدَمَ في صُنعِ الفولاذِ يصلُ إلى درجةٍ حرارية أقصاها (٢٦٠٠) ألفانِ وستمئةِ درجةٍ فهرنهايت ؛ (أو ١٤٤٠ درجة مئوية) وهكذا تدركون مدى ارتفاع الحرارة على سطح الشمس . أمّا عن جوفِ الشمسِ فإن علماءَ الفلكِ يظنُّون أنه يبلُغُ درجةً حراريةً هائلةً قدرُها (٣٦,٠٠٠,٠٠٠) ستةٌ وثلاثون مليونَ درجةٍ فهرنهايت (أكثرَ من ٢٠,٠٠٠,٠٠٠ عشرين مليون درجةٍ مئويةٍ) .

لكن تذكَّروا أنّ الكلامَ على جوفِ الشمسِ ما يزالُ من قبيلِ التَّقديرِ والتخمين ، لأنَّ العلماءَ لم يتمكّنوا من معرفةِ شيءٍ مؤكدٍ عمّا يتجاوزُ الطبقاتِ السطحيَّةَ . مع ذلك أمكَنَتْ معرفةُ الموادِ التي يتكوَّنُ منها هذا النجمُ، إذ تبيَّنَ أنه يضمُّ (٦٠) ستين عنصراً من العناصرِ الموجودةِ في الأرضِ . أما دراسةُ جوفِ الشمسِ فما تزالُ صعبةً لأن الشمسَ محاطةٌ بأربعِ طبقاتٍ مكوَّنةٍ من موادَّ في حالةٍ غازيةٍ .

كَم تدوم الشمس؟



كيف يمكنُ أن يُطرحَ هذا السؤالُ ؟ ألا تدومُ الشمسُ إلى الأبد ؟ السببُ الذي جعلَ العلماءَ يطرحون هذا السؤالَ هو اعتبارُ الشمسِ نجماً كباقي النجوم ، ولذلك تمكنُ مقارنةُ أحوالِهِ بأحوالِ النجوم . وبما أنَّ بعضَ النجومِ قد مرَّ بمراحلِ التغيُّرِ ، أو تبرَّدَ ومات ، فإن الشيء نفسَه يمكنُ أن يطرأَ على الشمس .

في وقتٍ من الأوقاتِ ظهرتْ آراءٌ تقولُ إن الشمسَ تتبردُ تدريجيّاً ، لأنَّها الآنَ « تحترقُ » . إذ لو صحَّ أن الشمسَ تحترقُ لوجَبَ أن تستمرَّ بضعةَ آلافٍ من السنين يكونُ « الاحتراقُ» خلالَها قد اكتملَ .

وإذا تبيَّنَ أنّ الشمسَ لا « تحترِقُ » فما الّذي يجري فيها إذن ؟ لدينا الآن معلوماتٌ تثبتُ أن **النشاطَ الإشعاعيَّ للشمسِ هو نتيجةُ تحوُّلاتٍ أو تفاعُلاتٍ ذَرِّيّةٍ** . ذرَّةُ الهيدروجين في جوفِ الشمسِ الحارِّ تتفاعلُ لتتحوَّلَ إلى هليوم وهذا التفاعلُ يطلِقُ الطاقةَ التي تندفعُ من داخِلِ الشمسِ إلى السطح .

كم يُحتَمَلُ أن يستمرَّ ذلك ؟ يُفتَرَضُ أن التفاعُلَ سيستمرُّ على هذه الحالِ مئةً وخمسين مليارَ سنةٍ . وكنتيجةٍ لاستمرارِ هذا التفاعلِ طوالَ هذه المدةِ فإن كتلةَ الشمسِ ستنقصُ بمقدار (١٠٠/١) جزء من مئة ! وهكذا يبدو أن الشمسَ قادرةٌ على مواصلةِ الإشعاعِ وتزويدِ الأرضِ بالطاقةِ على مدى ملياراتِ الملياراتِ من السنين .

الكُلَفُ الشمسيَّة

اخترعَ غاليليو المرقَبَ عام ١٦١٠ ، وكان أولَ إنسانٍ يشاهِدُ **الكُلَفَ الشّمسيَّةَ** . وتبدو هذه **الكُلَفُ الشّمسيَّةُ** خلالَ منظارِ المرقبِ شبيهةً بثقوبٍ معتمةٍ في قرصِ الشمسِ الأبيضِ .

وتمكن مشاهدةُ **الكلف الشمسيةِ** في أيِّ يومٍ صافي الجو . ويختلِفُ حجمُ الكلفِ اختلافاً كبيراً . بعضُها يبدو مثلَ البقَعِ على سطحِ الشمس. إحدى البقعِ كانت بطولِ (٩٠,٠٠٠) تسعين ألفَ ميلٍ (١٤٤,٠٠٠ كلم) وعرضِ (٦٠,٠٠٠) ستين ألفَ ميل (٩٦,٠٠٠ كلم) . وقد بلغَ طولُ مجموعةٍ من البُقَعِ (٢٠٠,٠٠٠) مئتي ألفِ ميلٍ (٣٢٠,٠٠٠ كلم) .

ويؤكدُ علماءُ الفلكِ أن **الكُلَفَ الشمسيّةَ** من **طبيعةٍ كَهْرُبِيَّةٍ** ؛ وذلك بسبب ما لاحظوه من التأثيرات الناتجةِ عنها . وبيّنَ أحدُ العلماءِ أن بقعَ الكلف نوعٌ من الدوَّاماتِ الهائلةِ حيثُ تتأجّج مادةٌ مكهرَبَةٌ وتنقَذِفُ من داخِلِ الشمسِ بأشكالٍ مزدوجةِ المخارجِ كأنها أنبوبٌ بشكلِ حرف U .

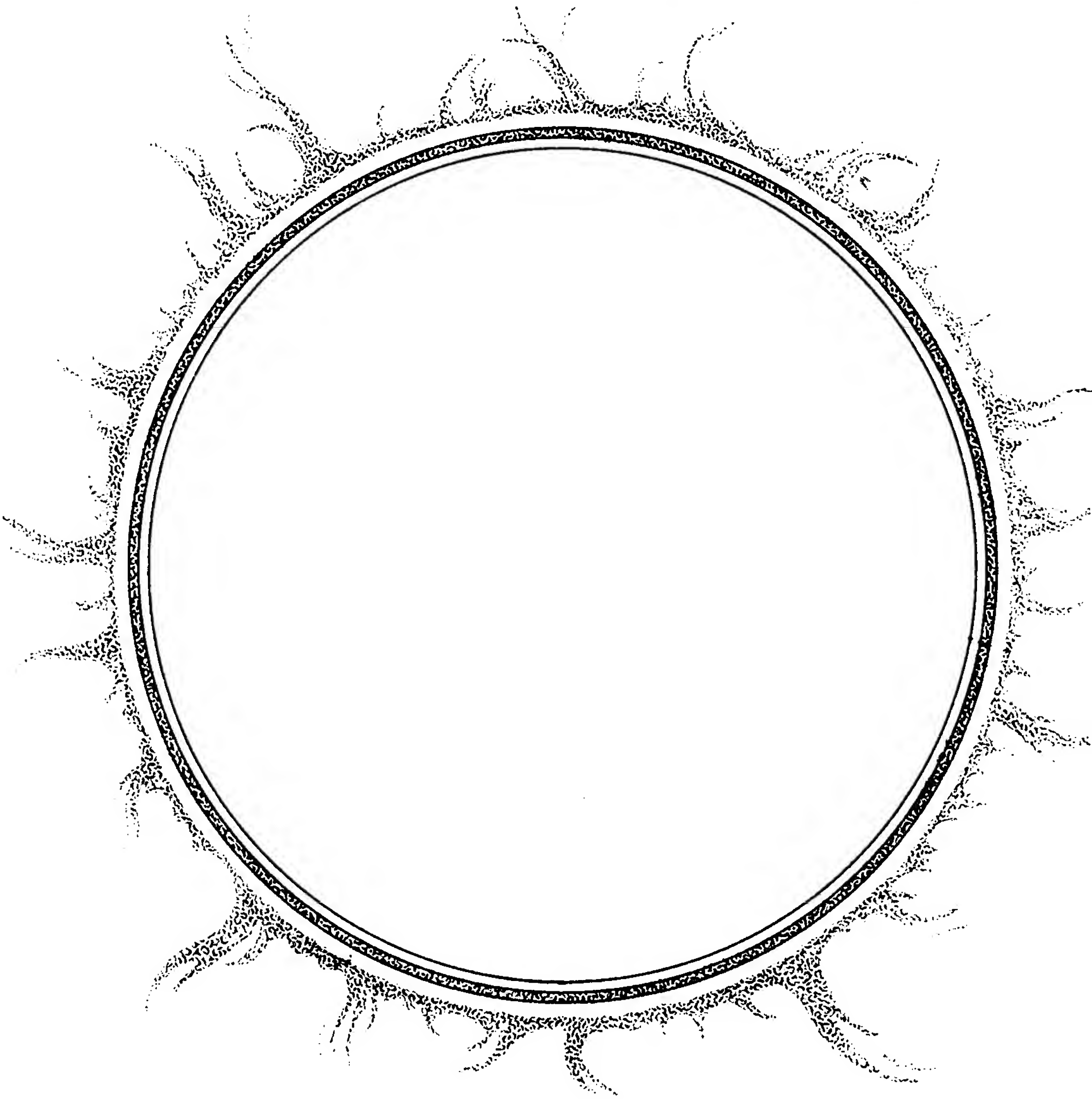
هذه الكلفُ الشمسيةُ ، أو الطاقةُ الكهربائيةُ المنطلقةُ منها ترسلُ في الفضاءِ أشعةً ذاتَ **شحناتٍ كهرُبيةٍ سالبةٍ** . بعضُ هذه الكهاربِ السالبةِ يدخلُ جوَّ الأرضِ ويُحدِثُ بعضَ التأثيراتِ الكهربائيةِ .

أحدُ هذه التأثيراتِ « **الشفقُ القطبيُّ**» (أو النورُ الشماليُّ) . كما أنَّ الطاقةَ

الكهربيةَ المتولدةَ من الكلفِ الشمسيةِ **تُرْبكُ الإرسالَ اللاسلكي** . ثم إنّ هذه الكهاربَ السالبةَ **تزيدُ نسبةَ الأوزونِ** (شكلٌ من أشكالِ الأُوكسجين) في طبقاتِ الجوِّ العليا . هذا الأُوزونُ الزائدُ يمتصُّ مقداراً من حرارةِ الشمسِ أكبرَ من المعتادِ . وهكذا يكونُ للكلفِ الشمسيةِ تأثيرٌ على الطقسِ الأرضي .

مُعظمُ الكُلَفِ الشمسيةِ تعيشُ أياماً قليلةً . لكنَّ بعضاً منها يستمرُّ شهرين أو أكثرَ . وظهورُ هذه الكلفِ الشمسيّةِ يتبعُ نظاماً معيَّناً . يزدادُ عددُها ثم ينخفضُ في دورةٍ منتظمةٍ مـدَّتُها ١/٥ ٢١ احـدى وعشرون سنةً وخمسُ السَّنة . هناك سجلاتٌ تحفظُ الصورَ والمعلوماتِ عن الكلفِ الشمسيةِ منذ أكثرِ من مئةِ سنةٍ ، وما زلنا ندرُسُ طبيعَتَها ونتعرفُ إلى كيفيةِ تأثيرِها على الأرض .

الهَالَة الشمسيّة



هل شاهدتُمْ مرةً صورةً لكسوفِ الشمسِ الكاملِ ؟ يظهرُ في هذه الصورةِ، حولَ قرصِ الشمسِ الأسودِ، وهجٌ غيرُ منتظمِ الأطرافِ . هذا الوهجُ هو ما يُسمّى **بالهالةِ الشَّمسِيَّة** .

لا بد لنا ، كي نفهمَ طبيعةَ هذه الهالةِ ، من أن نعرفَ شيئاً عن الشمس . أولاً الشمسُ ليسَتْ يابسةً أو صخريةً كالأرضِ ، على الأقلِ بالنسبةِ إلى السطح . والسطحُ ، الذي لم يستطِعِ العلماءُ أن يلاحظوا ما وراءَه ، مكوَّنٌ من الغازاتِ . فالشمسُ مُحاطَةٌ بأربَعِ طبقاتٍ من موادّ في حالةٍ غازيةٍ تخبىءُ ما وراءها . أعمقُ هذه الطبقاتِ تدعى **الكرةَ الضوئية**. الطبقتانِ التاليتان هما **الطبقتان العاكستان** (طبقتا الارتداد) وتليهما **الطبقة الغازية القرمزية** . هذه الطبقات الأربع تكوّن **جوّ الشمس** . الطبقة الخارجية هي التي تكوِّنُ الهالةَ .

فلنرَ ممّا تتكوّنُ كلُّ طبقةٍ من هذه الطّبقات : **الكرةُ الضوئيَّةُ** هي ما نشاهدُهُ حينَ ننظرُ إلى الشَّمسِ ، وفي مُعظَمِ الأحيانِ نرى على هذا السطحِ النَّيِّرِ بقعاً شمسيةً قاتمةً .

أما « الطَّبقةُ العاكِسَةُ » المكوَّنةُ من أبخرةٍ غازيَّةٍ ، فهي تمتدُّ مسافةَ مئاتِ الأميالِ فوقَ الكرةِ الضَّوئِيَّةِ . هذه الطبقةُ لا تُشَاهَدُ، لكن تمكنُ دراستُها بواسطةِ آلةٍ اسمُها «**مِرسَمةُ الطّيفِ**» .

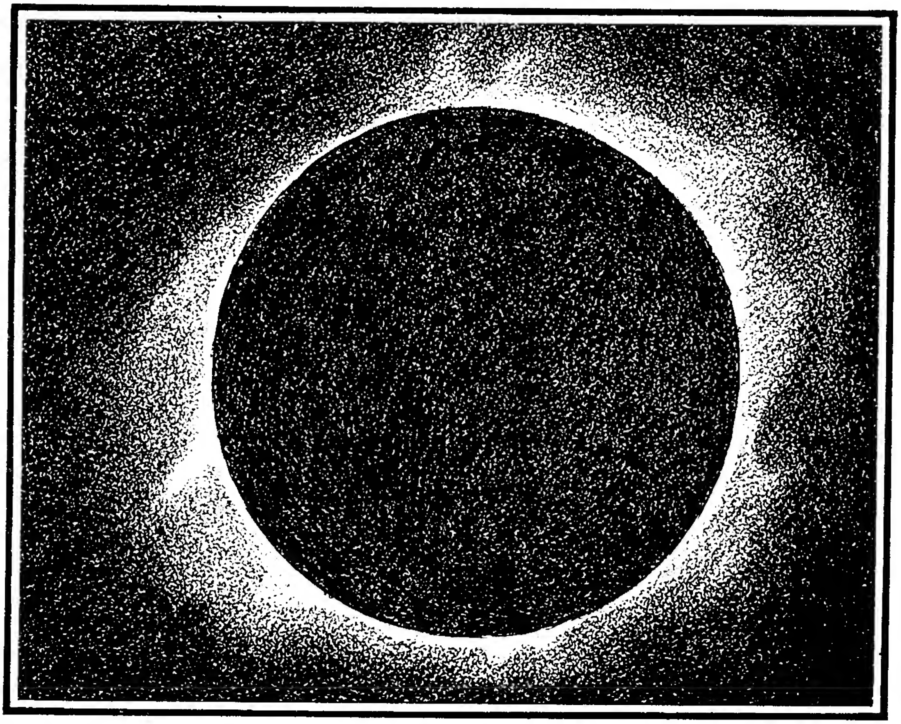
حولَ **الطبقةِ العاكسةِ** نجدُ **الطبقةَ القرمزيةَ** ، أو **الكرةَ الملونة** . تبلغُ سماكتُها أو عمقُها تسعةَ آلافِ ميلٍ وتتكوّنُ من الهيدروجين وغازاتِ الهليوم . عندما يحدُثُ كسوفٌ كاملٌ فإنَّها تُشِعُّ حولَ القُرْصِ المعتمِ بنورٍ قرمزيٍّ لامع . من أطرافِ هذه **الطبقةِ القرمزيَّة** تندفعُ غيومٌ بلونِ اللَّهبِ مكوَّنَةً من موادِّ الطبقةِ

نفسِها . وهي تُقذَفُ بعيداً بحيثُ أنَّها تصلُ إلى مسافةِ مليون ميل (أو ١٦٠٠,٠٠٠ كلم) !! هذه الغيومُ تُسمَّى **الشَّواظَ الشمسيَّ**، وهي تشبهُ ألسنةً عظيمةً من اللهب .

وأخيراً هناك الطبقةُ الخارجيةُ التي تُسمَّى **الهالةَ الشمسيةَ** . تتكوَّنُ هذه الطبقةُ من موادَّ خفيفةٍ في حالةٍ غازيّة ؛ وتُقسمُ هذه الطبقةُ إلى قسمين : **الهالةُ الداخليَّةُ** التي تلي **الطبقةَ القرمزيَّةَ** مباشرةً وهي حزامٌ ضوئيٌّ أصفرُ شاحبٌ ، ثم **الهالةُ الخارجيَّةُ** . والهالةُ الخارجيَّةُ بيضاءُ لها ألسنةٌ أو استطالاتٌ تمتدُّ ملايينَ الأميالِ بعيداً عن محيطِ الشمسِ الخارجي .

هذا كلُّه يقتصِرُ على وصفِ الطبقاتِ المحيطةِ بالشمس . أما ما يقومُ وراءَها داخلَ الشمسِ فما يزالُ مجهولاً .

ما سبب كسوف الشمس؟



لفهمِ ما يحدُث أثناءَ **الكسوفِ** نبدأُ بتذكُّرِ هذه الأجرامِ الثلاثةِ ، **الأرضِ** ، **الشمسِ** ، **القمرِ** ، والحركةِ التي تقومُ بها : القمرُ يدورُ حولَ الأَرضِ ، والشمسُ تشعُّ من بعيدٍ ، مما وراءَ القمر . لكن أثناءَ دورانِ القمرِ حولَ الأَرضِ يصادفُ أن يمرَّ **في موقعٍ بين الأرضِ والشمسِ** ، **فيعترضَ طريقَ**

الأشعةِ الآتيةِ إلى الأرضِ ويحدُثُ الكسوفُ.

لا يقعُ الكسوفُ إلا عندما يكونُ القمرُ هلالاً أي في بداية الشهرِ القمريّ .
ففي هذِهِ المرحلةِ من دورةِ القمرِ حولَ الأرضِ **يصادِفُ وجودُهُ أمامَ نصفِ الكرةِ المُضَاءِ** أو النّهاري . ولو كانَ مدارُ القمرِ حولَ الأرضِ يقعُ في مستوى مدارِ الأرضِ حولَ الشمسِ لوقَعَ الكُسُوفُ في بدايةِ كلِّ شهرٍ قمري . غيرَ أنَّ القمرَ حين يدورُ حولَ الأرضِ دورتَهُ التي تستغرقُ (٢/١ ٢٩) تسعةً وعشرين يوماً ونصفَ اليومِ يمرُّ فوقَ مدارِ الأرضِ حيناً وأسفلَ هذا المدارِ حيناً آخر .

ويستطيعُ علماءُ الفلكِ أن يحدِّدُوا بدقةٍ الوقتَ الذي سيقعُ فيه الكسوفُ والمدةَ التي يستغرقُها بالساعاتِ والدقائقِ . كما يستطيعون أن يعرِفُوا مُسْبقاً درجةَ الكسوفِ، وهل سيكونُ **كسوفاً كُلِّيّاً** ، أم **كسوفاً حَلَقيّاً** أم **جُزئيّاً** .

ونوعُ الكسوفِ يتحدَّدُ بمعرفةِ موقعِ القمرِ أمامَ الشمس ، **فإذا حجَبَ القمرُ نورَ الشمسِ تماماً كان الكسوف كلياً** . والقمرُ لا يكونُ دائماً على بعدٍ واحدٍ من الأرض . وعندما يكونُ القمرُ بعيداً لا يقدرُ أن يحجبَ نورَ الشمسِ بكامِلِهِ . فإذا وقعَ الكسوفُ والقمرُ بعيدٌ عن الأرضِ يبدو لنا القمرُ كقرصٍ أسودَ يغطّي قرصَ الشمسِ باستثناء حَلَقةٍ ضوئيّةٍ خارجيّةٍ ضيّقةٍ ، وهذا هو **الكُسُوف الحَلَقيُّ**.
ويكونُ **الكُسُوفُ جزئِيّاً** عندما لا يغطي القمرُ إلا جزءاً من قرصِ الشمسِ أثناءَ مرورهِ بينَ الأرضِ والشمسِ .

يحدُثُ كسوفُ الشمسِ مرّتينِ في السنةِ على الأقل ، ويمكنُ أن يصلَ هذا العددُ إلى خمسِ مرات . أما الكسوفُ ا الكليُّ للشمسِ فإنَّهُ إذا وقعَ في بقعةٍ معيّنةٍ من بقاعِ الأرضِ لا يعودُ يتكرَّرُ إلا بعد مرورِ (٣٦٠) ثلاثمئة وستين سنةً ، أي أنَّ هذا الكسوفَ الكليَّ يحصلُ مرةً كلَّ (٣٦٠) سنة في البقعةِ الواحدةِ . ولذلك كان على الفلكيينَ أن يتنقّلوا باستمرارٍ كي يشاهِدُوا كُسُوفاً كامِلاً .

المُـــذنَّب



في الماضي ، كان ظهورُ **نجمٍ** مذنَّبٍ يوقعُ الرعبَ والهلعَ في نفوسِ الناس . فقد كانوا يعتقدونَ أن المُذَنَّباتِ نذيرٌ بالشرِّ وظهورَها ينبىءُ عن قربِ انتشارِ الأوبئةِ أو وقوعِ الحروبِ والكوارِثِ .

أما اليومَ فإنّنا نملكُ قدراً من المعلوماتِ حولَ المذنَّبات وإن كُنَّا لا نعرِفُ عنها كلَّ شيء . عندما يبدأُ المُذَنَّبُ بالظهورِ نراهُ مثلَ نقطةٍ صغيرةٍ من الضّوءِ حتى لو كان قطرُهُ يبلُغُ آلافَ الأميالِ .

هذه النقطةُ الضوئيةُ هي « **رأس**» المذَّنبِ أو **مركزُهُ** . ويَعتقِدُ العلماءُ أنه **مُكوَّنٌ من حشدٍ عظيمٍ من جزئياتِ موادَّ صلبةٍ مختلطةٍ بالغازاتِ**. أمامنشأُ هذه الموادِّ فهو ما يزالُ سرّاً يحيّرُ العلماءُ .

عندما يقتربُ المذَّنبُ من الشمسِ ، يظهرُ وراءَهُ **ذَنَبٌ** . **يتكوَّنُ هذا الذنبُ من الغازاتِ وغبارِ الموادّ** التي تندفعُ بعيداً عن الرأسِ أو المركزِ عندما يزدادُ تأثيرُ

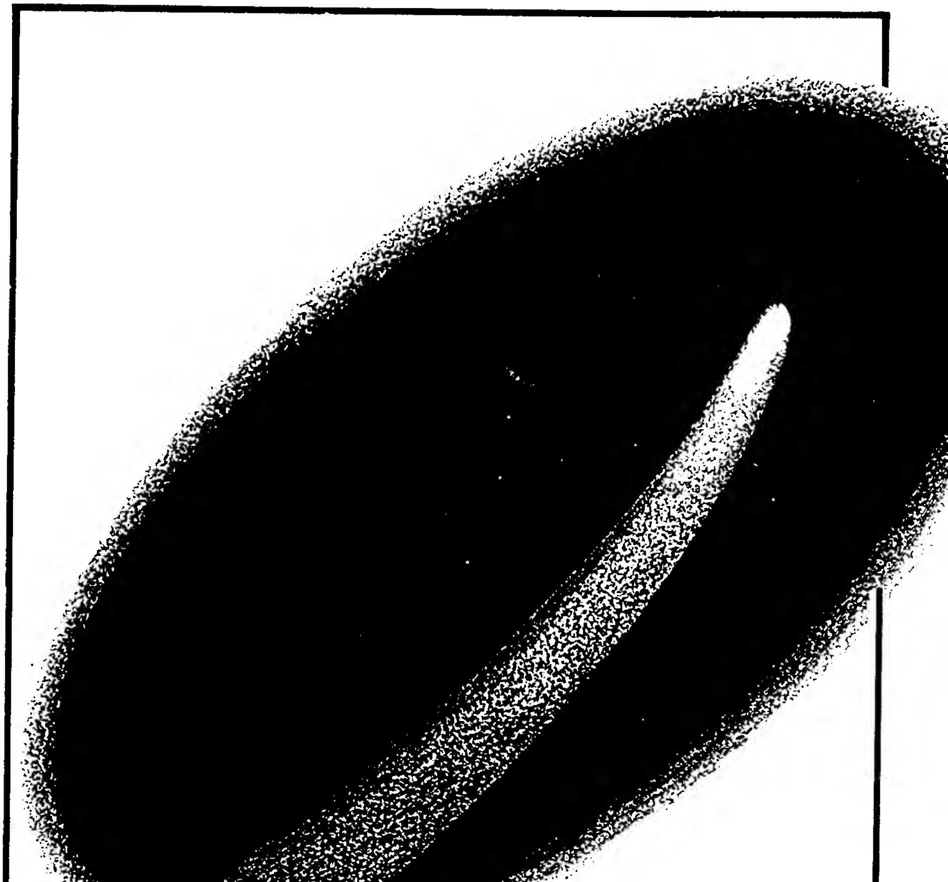
الشمسِ على المذنَّبِ . ويحيطُ برأسِ **المُذَنَّبِ** قسمٌ ثالثٌ اسمُهُ « **ذُؤَابَةُ المُذَنَّبِ** » ، وهي سحابةٌ مُضيئةٌ من الموادِّ يصلُ قطرُها أحياناً إلى (١٥٠,٠٠٠) مئة وخمسين ألف ميل ، أو أكثر (أي مئتين وأربعين ألف كلم) .

أذنابُ المُذَنَّباتِ تختلفُ فيما بينَها شكلاً وحجماً . بعضُها قصيرٌ عريضٌ ، وبعضُهَا الآخرُ طويلٌ نحيلٌ . ويبلُغُ طولُ الذَّنبِ عادةً ما لا يقلُّ عن خمسةِ ملايينِ ميل (أو ثمانية ملايين كلم) . وفي بعضِ الأحيانِ يبلُغُ طولُ الذنبِ مئةَ مليونِ ميل (أي مئةً وستين مليون كلم) . كما أن بعضَ المذنَّباتِ لا ذَنَبَ له .

وكلّمَا أَخَذَ طولُ الذّنَبِ يزدادُ ازدادَتْ سرعةُ المذنَّبِ وذلك بسببِ اقترابِهِ من الشمسِ مُندفِعاً يتقدَّمُهُ الرأسُ . ثم يحدُثُ شـيءٌ عجيب . حينَ يبدأُ المذنَّبُ بالابتعادِ عنِ الشمسِ فإنّ الذَّنَبَ هو الّذي يتقدَّمُ ويتبعُهُ الرأسُ . والتفسيرُ الذي يُعطيه العلماءُ لهذا التغيُّرِ في الحركةِ هو أنَّ الضغطَ العظيمَ الذي يمارسُهُ ضوءُ الشمسِ على جزيئات المُذَنَّبِ يَدفعُ بها من الرأسِ في اتجاهٍ مُعاكِسٍ لجهةِ الشمسِ لا بدَّ أن يتقدَّمَهُ ذنبُهُ . **في الرحلةِ التي يقطعُها المذنَّبُ مبتعداً عن الشمسِ**
الشمسِ لا بدَّ أن يتقدَّمَهُ ذنبُهُ . **في الرحلةِالتي يقطعُها لمذنَّبُ مبتعداً عن الشمسِ**
تأخُذُ سرعتُهُ بالتباطُؤِ ثم يختفي عن الأنظارِ . وقد يبقى المذَنَّبُ مختفِياً عدداً من السنين ، غيرَ أنَّ معظمَ المذنَّباتِ يعودُ للظهورِ . **فالمذنَّباتُ تقومُ بدوراتٍ متتاليةٍ حولَ الشمسِ** . غير أنَّ دوْرَاتِها تستغرقُ وقتاً طويلاً . **فمذَنَّبُ هالي** مثلاً يحتاجُ إلى (٧٥) خمس وسبعين سنةً كي يدورَ حول الشمسِ .

وقد استطاعَ العلماءُ ، حتى الآنَ ، أن يميِّزوا ألفَ مذنَّبٍ ، لكن هناك مئات لآلاف من المذنَّباتِ في منظومَتِنا الشمسيةِ ولا نستطيعُ أن نراها .

هَل يمكن أن ينفَجر المذنّبُ



في العصورِ القديمةِ كان الناسُ يرتعدون رُعباً حينَ يشاهِدُونَ مذنّباً . إذْ كانوا يعتقدون أنَّ المذنَّباتِ علاماتُ شرٍّ تنذِرُ بالأوبئةِ والحروبِ والهلاكِ . وطبعاً لم يعُدِ الناسُ ، في أيامِنا هذه ، يصدِّقونَ مثلَ هذهِ الأمور ، لكنْ ما زالَ بعضُ الناسِ يخشى أو يتساءلُ عمَّا إذا كان المذَّنبُ يمكنُ أن يصيبَ الأرضَ بالأذى ، كأنْ ينفجرَ مثلاً ، وما يمكنُ أن يحلَّ بالأرضِ لو انفجر ؟ .

المعارفُ التي توصَّلَ إليها العلمُ حتى الآنَ تبيّنُ أنَّ **المذَنباتِ لا تنفجرُ ، لكنَّها تنشطرُ أو تنقسِمُ** . فمثلاً كان هناك مذَنَّبٌ راقبَهُ الفلكِيّونَ ورصَدُوا حركَتَهُ مراتٍ عديدةً ، ثمّ في عامِ ١٨٤٦ ، انشطرَ إلى نصفَيْن مكوِّناً مذنَّبينِ اثْنَيْنِ . وأخيراً انْشَطَرَ كلٌّ من هٰذين النصفَيْن إلى أجزاءَ صغيرةٍ لا يراها المنظارُ الفلكيُّ . ويُظَنُّ أن هذه الأجزاءَ الصغيرةَ هي **الجدولُ الشِهابيُّ** أو **الثَّوْلُ الشهابيُّ** الذي يُشاهَدُ في النصفِ الشَّماليِّ من الكرةِ الأرضِيّةِ ، في أواخِرِ تشرين الثاني ـ نوفمبر من كلِّ عام . هكذا يبدو **أنَّ المذَنَّباتِ تموتُ وتختفي** . ويتمُّ ذٰلك عن طريقِ الانقسامِ والتبعثُرِ على طولِ مدارِها متَّخِذَةً شكلَ **غبارٍ شُهُبي** .

والمذنَّبُ ليس كتلةً صلبةً متماسكةً من المادَّة . ويَعتقدُ العلماءُ أنَّ المذنَّباتِ مكونةٌ من **أثوالٍ** أو **تجمُّعاتٍ** هائلةٍ من جزيئاتِ الموادِّ الصلبةِ ممتزجةً بالغازاتِ . أكثرُ أجزاءِ المذنَّبِ لمعاناً هو « **الرأسُ** » . **ومركزُ الرأسِ مكوَّنٌ من أكثرِ موادِّهِ ثِقَلاً** ويُسمّى « **مركزَ المذنّبِ** » . حولَ « مركزِ المذنَّبِ » قسمٌ يُسمَّى « **ذؤابةَ المذنَّبِ** » . وهذا القسمُ هو غطاءٌ ضبابيٌّ شبيهٌ بالغيمةِ يمكنُ أن يبلغَ قطرُهُ (١٥٠,٠٠٠) مئة وخمسين ألف ميل . أما ذيلُ المذنَّبِ فيتكوَّنُ من غازاتٍ خفيفةٍ جدّاً ومتباعدةٍ من جزيئاتٍ دقيقةٍ من المادة .

وهكذا ، مع أنَّ المذنَّبَ يبدو صُلْباً حين يصلُنا شعاعُهُ من السماءِ ، فهو مكوَّنٌ بالدرجةِ الأولى من جزيئاتِ المادّةِ والغازاتِ .

الشُهُب

منذُ آلافِ السنينِ والبشرُ يُبْصِرونَ الشُّهُبَ تهوي فيحسبونَها نجوماً ويتساءَلون عن طبيعتِها ومصدرِها . وفي بعضِ مراحلِ التاريخِ شاعَ الاعتقادُ بأنها تأتي من العالمِ الآخر .

اليومَ نعرفُ أنَّها ليست نُجوماً كما كانوا يظنّون ، واسمُها العلمي **نيازِكُ** (مفردُها نَيْزَكٌ) أو **شُهُبٌ** (مفردُها شِهابٌ) . والشُهُبُ أجسامٌ صلبةٌ تنتقِلُ في الفضاءِ ، ويمكنُ أن تمرَّ عبرَ الجوِّ الأرضي .

عندما يجتازُ الشهابُ جوَّ الأرضِ نقدرُ أن نراه لأنه يتركُ خلفَهُ أثراً ضوئيّاً مُلْتَهِباً . وهذا الأثرُ الملتهبُ ناتجٌ عن الحــرارةِ الشَّديدةِ التي يولِّدُها احتكاكُ سطحِ الشهابِ بالهواءِ .

والأمرُ الغريبُ هو أنَّ معظمَ الأجزاءِ التي يتكوَّنُ منها الشهابُ صغيرةٌ جدّاً في حجمِ رأسِ الدَّبّوسِ . لكن هناكَ في بعضِ الأحيانِ شهباً تزنُ أطناناً . معظمُ الشهبِ تحرقُها الحرارةُ المتولِّدةُ من احتكاكِها بجوِّ الأرضِ وتقضي عليها . ولا يصِلُ إلى سطحِ الأرضِ إلا الأجزاءُ الكبيرةُ من هذِهِ الشهبِ . ويعتقدُ العلماءُ أنَّ آلافَ الشهُبِ تسقُطُ على سطحِ الأرضِ كلَّ يومٍ ؛ لكن بما أنَّ سطحَ الأرضِ مُغَطًّى بالماءِ في معظمِ أجزائِهِ ، فهي غالباً ما تسقُطُ في البحارِ أو البحيراتِ .

قد تظهرُ الشُهُبُ منفردةً في السماءِ ، وتتحركُ في أيِّ اتّجاه . لكنَّها في

العادةِ تتحركُ بشكلِ ثَوْلٍ أو تجمُّعٍ تحتشدُ فيه آلافُ الجُزَيْئات . وعندما تتحركُ الأرضُ في دَوَرَانِهَا حولَ الشمسِ يصادِفُ أن تقتربَ من أمثالِ هذه التجمُّعاتِ التي تلتهبُ لدى احتكاكِها بطبقاتِ الجوِّ العليا ، مما يجعلُنا نرى ما يشبهُ الشلّالَ الضوئيَّ .

من أينَ تأتي هذه الشهبُ ؟ يعتقدُ الفلكيون **أنَّهَا جزئياتٌ متناثِرَةٌ من المذَنَّباتِ** . فعندما يتحطَّمُ المذَنّبُ في الفضاءِ ، تتابعُ الأجزاءُ المتناثِرَةُ منه حركَتَهَا في الفضاءِ بشكلِ مجموعاتٍ أو أثْوالٍ . هذه الأَثْوالُ تتبعُ في حركتِها الفضائيّةِ مداراتٍ منتظمةً . ومثلُ هذه التجمعاتِ المنتظمةِ يمكنُ أنْ تتقاطعَ مع مدارِ الأرضِ مرةً كلَّ ثلاثٍ وثلاثين سنةً .

عندما يبلُغُ جزءٌ من الشهابِ سطحَ الأرضِ يُسمَّى « **الرَّجْمَ** » أو « **الحجرَ النيزكي** » . وهو يسقُطُ إلى الأرضِ لأنَّ جاذبيةَ الأرضِ تجذبُهُ نحوَها . وفي عهدِ الرومانِ حوالى سنة ٤٦٧ قبلَ الميلاد ، سقطَ إلى الأرضِ حجرٌ نيزكيٌّ ، وقد اعتُبِرَ سقوطُهُ في ذلك الحينِ حدَثاً مهمّاً حتى سجَّلَهُ المؤرِّخونَ الرُّومَان !.

مِمَّ تتكوّنُ الشهبُ

بدتِ الشُّهُبُ أو النيازِكُ للإنسانِ كنوعٍ من اللُّغزِ . أما اليوم فقد باتَ العلماءُ يعرفونَ عنها قدراً كبيراً من المعلوماتِ . ويُعتقدُ أنّ الشهبَ **قطعٌ** من حطامِ المُذَنَّباتِ . فعندما يتحطَّمُ المذَنّبُ تستمرُّ قطعُهُ في الدورانِ في الفضاءِ على شكلِ **ثوْلٍ** أو **مجموعةٍ شهابيةٍ** أو **جدولٍ شهابيٍّ** . ويدورُ الشهابُ (المكوّنُ من مجموعةٍ من الحُطامِ) في مدارٍ منتظِمٍ في الفضاءِ . وقد تنفصِلُ بعضُ القطعِ الكبيرةِ وتدورُ في الفضاءِ بمفردِهَا .

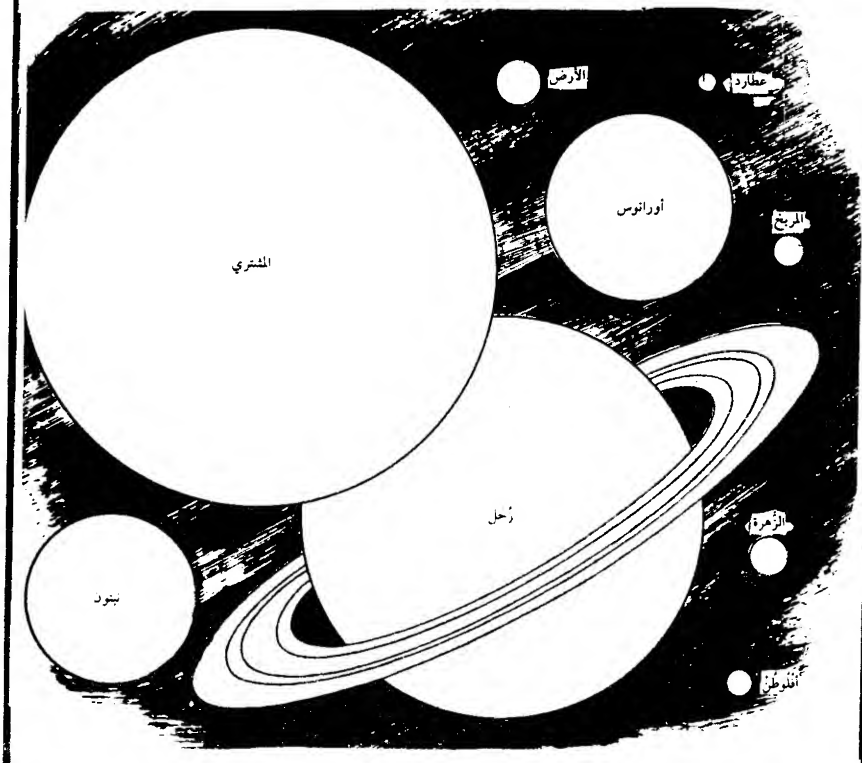
الشُهُبُ المفردةُ صغيرةٌ في الغالِبِ ، لكنْ يحصلُ أنْ تبلغَ كتلةُ البعضِ منها عدةَ أطنانٍ . وهي عادةً تحترقُ وتتدَمَّرُ بفعلِ الحرارةِ الشديدةِ حين تدخلُ جوَّ الأرضِ ، ولا يبلغُ سطحَ الأرضِ منها إلا القطعُ الكبيرةُ جدّاً .

عندما تصلُ قطعةٌ من الشِّهابِ إلى الأرضِ تُسمَّى « **الرجمَ الكونيَّ** » أوْ « **الحجر النيزكي** » . وأكبرُ حجرٍ نيزكيٍّ تمَّ العثورُ عليه حتى الآنَ يزِنُ ما بين (٦٠) ستين و (٧٠) سبعين طنّاً ، وما يزالُ في مستقرِّهِ الأولِ بإفريقيا ..

هناكَ نوعانِ رئيسيانِ من « **الحجرِ النيزكي** » . هناك الحجرُ المكوَّنُ من النيكلِ والحديدِ في الدرجةِ الأولى . وتسمى هذه ، الحجارةَ النيزكيةَ « **المعدنيّةَ** » . وهناك الحجرُ النيزكيُّ الذي تدخُلُ المعادِنُ والأملاحُ في تركيبِهِ ويبدو شبيهاً بالحجرِ البركانيِّ (وهو حجرٌ تشكَّلَ في وسطِ حرارةٍ شديدةٍ جدّاً) .

هٰذان النوعانِ تُطلَقُ عليهِما صفةُ **النيازِك الجوفيةِ** أو الحجريَّةِ . والسطحُ الخارجيُّ لهذه الحجارةِ النيزكيةِ مُغَطَّى بقشرةٍ سوداءَ هي نتيجةُ الحرارةِ الهائلةِ التي تعرَّضَ لها أثناءَ مرورهِ بجوِّ الأرضِ .

لماذا تتنوّع أشكال الكواكب السيارة ؟



تختلفُ أشكالُ الكواكبِ السيارةِ بعضُها عن البعضِ الآخر لاختلافِ الموادِ التي تتكوّنُ منها . فمع أنَّ هذه الكواكبَ جميعَها تدورُ حولَ الشمس وتشكِّلُ جُزءاً من المنظومةِ الشمسيةِ إلّا أنّ تركيبَهَا متنوعٌ.

لا نعرفُ الآنَ الكثيرَ عن الموادِّ التي تتكوَّنُ منها الكواكِبُ السّيّارةُ . وهذا ما يأملُ العلماءُ في كشفِهِ بفضلِ الأبحاثِ والكشوفِ الفضائيةِ الجاريةِ الآن أو التي ستجري في المستقبلِ .

لنتوقَّفْ قليلاً عند كلِّ كوكبٍ سيّارٍ ونستعرضْ ما تجمَّعَ لدى العلماءِ من معلوماتٍ عن تكوينِهِ :

عطارِدُ كوكبٌ صخريٌّ صغيرٌ . على سطحِهِ بعضُ المساحاتِ المُعْتِمَةِ ، وتحيطُ به طبقةٌ جويّةٌ غيرُ كثيفةٍ مكوّنةٌ من ثاني أوكسيدِ الكربونِ أو الفحمِ .

الزهرةُ كرةٌ بيضاءُ يكتنفُهَا بعضُ الغُموضِ . هذا الكوكبُ مغَطّى بطبقةٍ من الغيومِ البيضاءِ . وهذه الغيومُ تحوي غازَ ثاني أوكسيدِ الكربونِ أو الفحمِ مع نسبةٍ قليلةٍ من غازِ النيتروجين (الآزوت) وربَّما حَوَتِ الأوكسجين . ولا نعرفُ حتّى الآنَ ما إذا كان سطحُ **الزهرةِ** شديدَ الحرارةِ أم لا . فإن لم يكُنْ شديدَ الحرارةِ ربما وُجِدَتْ على سطحِهِ محيطاتٌ، أمّا إذا كان شديدَ الحرارةِ فمعنى ذلك أنه صحراءُ قاحلةٌ لا وجودَ للحياةِ فيها .

المريخُ كوكبٌ صخريٌّ صغيرٌ . بعضُ المناطقِ على سطحِ **المريخِ مُعْتِمَةٌ** أكثرُ من غيرِهَا ، لكنّنا نجهلُ حتى الآنَ ما إذا كانت هذه المناطقُ المعتمةُ مجاري مائيةً أم لَا . وإذا صحّ وجودُ الأوكسجين في جوِّ **المريخِ** فلا بدَّ أن يكونَ ذلك بكمياتٍ ضئيلةٍ ، لذلك فإن مسألةَ وجودِ الحياةِ على **المريخِ** ما تزالُ لغزاً لم يُحلّ .

كوكبُ **المشتري** يبدو كرةً مائلةً إلى الاصفرارِ تحيطُ بها عصائبُ ذاتُ ألوان أشدَّ دكنةً . **والمشتري** مغطّىً بطبقةٍ من الغيومِ ربّما بلغَتْ سماكتُها أو عمقُها آلافَ الأميالِ . ونجهلُ حتى الآنَ ما إذا كان للمشتري جسمٌ صخريٌّ (كالأرضِ والقمر) أو إذا كان جسمُ الكوكبِ ذاتهِ مكوّناً من الهيدروجين المتصلّب .

كوكبُ **زُحَلَ** مغطّى كذلك بالغيومِ . وتحيطُ به عصائبُ ملوّنةٌ ، مائلةٌ إلى الاصفرارِ حولَ خطِّ استوائهِ(أي في الوسط) ، ومائلةٌ إلى الاخضرارِ حولَ قطبَيْهِ ، ويُحتَمَلُ أن يكونَ له جسمٌ صخريٌّ صغيرٌ .

كوكبُ **أورانوس** يبدو مائِلاً إلى الخُضْرَةِ ويحيطُ به حِزامٌ فضّيُّ اللونِ . وكوكبُ **نبتون** ذو لونٍ أخضرَ معتمٍ تحيطُ به عصائبُ أو خطوطٌ ملوّنةٌ . أما كوكبُ **بلوتو** فما نعرفُهُ عنه قليلٌ جدّاً . ربَّما كان كوكباً صخرياً صغيراً كالأرضِ . وهو باردٌ جدّاً بسببِ بعدِهِ الشديدِ عن الشمسِ . وإذا كان محاطاً بأيِّ جوٍّ غازيٍّ فلا بدَّ أن يكونَ هذا الغازُ في حالةِ تجمّدٍ .

وهكذا تَرَوْنَ كم بَقِيَ أمامَ الإنسانِ من أسرارٍ حولَ بقيّةِ عناصرِ المنظومةِ الشمسيَّةِ .

حجم الكواكب السيّارة

الكوكبُ السَّيَّارُ يختلفُ اختلافاً كبيراً عن النجمِ . النجمُ كرةٌ هائلةٌ من الغازاتِ الحارَّةِ ترسِلُ حرارةً وضوءاً . أما الكوكبُ السّيّارُ فهو جرمٌ (جسمٌ) أصغرُ بكثيرٍ ويبدو لامعاً مضيئاً بسببِ انعكاسِ ضوءِ الشمسِ عليه .

لنبدأ بأقربِ الكواكبِ إلى الشمسِ :

أقربُها إلى الشمسِ عطارِد . يبلُغُ قطرُ عطارد (٢٩٠٠) ألفين وتسعمئة ميـــل (أو أربعة آلاف وستمئة كيلومتر)، أي مقدارَ عرضِ المحيطِ الأطلسي . ولذلك فإن حجمَهُ يوازي جزءاً صغيراً من حجمِ الأرضِ .

الكوكبُ الثاني في قربِهِ من الشمسِ هو الزهرةُ . حجمُ الزهرةِ قريبٌ جدّاً من حجمِ الأرض . يبلُغُ قطرُ الزهرةِ (٧٦٠٠) سبعة آلاف وستمئة ميل (حوالى اثني عشر ألف كيلومتر) ، بينما قطرُ الأرضِ (٧٩١٣) سبعةُ آلافٍ وتسعمِئةٍ وثلاثةَ عشرَ ميلاً (أو اثنا عشر ألفاً وستمئة وستون كيلومتراً) . وهناك ظاهرةٌ غريبةٌ في كوكبِ الزّهرةِ فهو يدورُ حولَ نفسِهِ في اتجاهٍ عكسيٍّ أي من الشرقِ إلى الغربِ وليس من الغَرْبِ إلى الشَّرْقِ كما هي الحالُ بالنسبةِ للأرضِ . يلي كوكبَ الزهرةِ في القُرْبِ من الشمس كوكبُ الأرضِ وبعدَه يأتي المريخُ .

يـضـيءُ كوكبُ المريخِ في السَّماءِ بلونٍ مائلٍ إلى الاحمرارِ . يبلُغُ قطرُهُ (٤٢٠٠) أربعة آلاف ومئتي ميل (أو ستةَ آلافٍ وسبعمئةِ كيلومترٍ) ، وهذا القطرُ يزيدُ قليلاً عن نصفِ قُطرِ الأرضِ . وكوكبُ المريخِ قد أثارَ دوماً اهتمامَ العلماءِ

أكثرَ من غيرِهِ من الكواكِبِ بسببِ المساحاتِ القاتمةِ على سطحِهِ والتي تشبهُ البحارَ . فهو إذن الكوكبُ الذي يُحتَمَلُ أن توجدَ الحياةُ أو أيُّ نوعٍ من الحياةِ النباتيةِ على سطحِهِ .

الكوكبُ الّذي يلي **المريخَ** في الترتيبِ هو **المُشْتَري**،لكنه بعيدٌ جدّاً عن الشمسِ . ولفرطِ بُعدِهِ يحتاجُ إلى (١١,٩) سنةً ليكمِلَ دورتَهُ حولَ الشمسِ . **والمُشْتَرِي** أكبرُ الكواكبِ . يبلغُ طولُ قطرِهِ (٨٦٨٠٠) ستّة وثمانين ألفاً وثمانمئة ميل (أو ١٣٨,٨٨٠ مئة وثمانية وثلاثين ألفاً وثمانمئة وثمانين كيلومتراً) ، أي أنه أكبر من قطر الأرضِ بمقدار (١١) احدى عشرة مرّة .

ويلي **المُشْتَري** كوكبُ **زُحَلَ** ، وهو أيضاً من الكواكِبِ العظيمةِ الحجمِ . يبلُغُ قطرُهُ (٧١,٥٠٠) واحداً وسبعين ألفاً وخمسمئة ميل (أو ١١٤,٤٠٠ مئة وأربعة عشر ألفاً وأربعمئة كيلومتر) ، أي بما يزيدُ تسعَ مراتٍ عن طولِ قطرِ الأرضِ . وهناك ظاهرةٌ خاصَّةٌ بكوكَب **زُحَل** ، هي مجموعةُ الحَلَقَاتِ المسطَّحَةِ التي تُحيطُ به . هذه الحلقاتُ مكوّنةٌ من ملياراتِ الجزئياتِ الدقيقة .

بعد **زُحَلَ** يأْتي **أورانوسُ** ، وهو أكبرُ من الأرضِ ، قطرُهُ يبلُغُ (٢٩٤٠٠) تسعة وعشرين ألفاً وأربعمئة ميل (أو سبعة وأربعين ألفاً وأربعين كيلومتراً) ، (قطر الأرض ٧٩١٣) . كوكبُ **أورانوسَ** مائلٌ على أحدِ جانبيهِ . محورُهُ مائلٌ بمقدارِ زاويةٍ تبلغُ (٩٨) ثماني وتسعين درجةً ، (بينما الأرضُ مائلةٌ بمقدارِ زاوية تبلغ ٢٣,١/٢ ثلاثاً وعشرين درجةً ونصفَ الدرجة) . أما **نبتون** فيبلغُ قطرُهُ (٢٨,٠٠٠) ثمانيةً وعشرين ألفَ ميل . ثم يأْتي **بلوتو** آخرُ الكواكبِ التي اكتُشِفَتْ ولا يعرفُ بالتحديدِ قطرُهُ ، لكن يُظنُّ أنَّه يبلُغُ (٣٦٠٠) ثلاثة آلاف وستمئة ميل (أو خمسة آلاف وسبعمئة وستين كيلومتراً) ، وهو بعيد جدّاً عن الشمس إلى درجة أنها تظهر بالنسبة له مجرد نجم لامع في السماءِ .

هَل تدور بقية الكواكب حول نفسها ؟

لنستعرِضِ الكواكبَ السّيّارةَ واحداً واحداً ونرَ ما يحصلُ بالنسبةِ لكلٍّ منها .

يدورُ **كوكبُ عطاردَ** حولَ الشمسِ في مدارٍ يجتازُهُ خلالَ (٨٨) ثمانيةٍ وثمانين يوماً . يَعتَقِدُ العلماءُ اليومَ أن **عطاردَ** يدورُحول نفسِهِ مرةً كلَّ (٥٨) ثمانيةٍ وخمسينَ يوماً أو تسعةٍ وخمسين يوماً . هذا يعني أن **لعطاردَ** يوماً شمسياً (اليوم الشمسيُّ هو مدةُ نهارٍ وليل) يبلغُ مقدار(١٨٠) مئة وثمانين يوماً من أيام الأرضِ .

كوكب الزهرةِ ، الذي دُرِسَ حديثاً ، يدورُ حول نفسِهِ مرةً كلَّ (٢٤٣) مئتين وثلاثةٍ وأربعين يوماً . أما **كوكبُ المرّيخِ** فهويدورُ حولَ نفسِهِ بسرعةٍ تساوي سرعةَ الأرضِ . وبما أنَّ محورَهُ مائلٌ على أحدِ جانبيه كانت له فصولٌ كفصول الأرضِ . **المُشْتَرِي** أكبرُ الكواكِبِ يدورُ حولَ نفسِهِ بسرعةٍ شديدةٍ ، إلى درجةِ أنّه يكملُ دورَتَهُ حولَ نفسِهِ في مدى (١٠) عشرِ ساعات . **كوكبُ زُحَلَ** يدورُ كذلك بسرعةٍ ، ويُكمِلُ دورَتَه حولَ محورِهِ في مدى (١٠) عشرِ ساعاتٍ ودقيقتين . أما **كوكبُ أورانوسَ** فهو يدورُ بطريقةٍ غريبةٍ لأنه منبطحٌ على جنبِهِ تماماً . **نبتون وبلوتو** هما الكوكبان الأكثر بُعداً ، والمعلوماتُ عنهما قليلةٌ جداً . لكن يُظنُّ أنهما يدوران حولَ محوريهما . ويدورُ **نبتون** حولَ الشمسِ دورةً تستغرقُ (١٦٥) مئة وخمساً وستين سنة . أما دورةُ **بلوتو** حول الشمسِ فتستغرقُ (٢٤٩) مئتين وتسعاً وأربعين سنةً .

وما دمنا الآنَ في عصْرِ اكتشافِ الفضاءِ ، فإن العلماءَ في طريقِهم إلى

توسيعِ المعارفِ حولَ بقيةِ أجرامِ المنظومةِ الشمسيةِ إلى درجةٍ لم تخطرْ للإنسانِ من قبلُ، وسوفَ يأتي اليومُ الذي نعرفُ فيه الكثيرَ عن حركةِ بقيةِ الكواكِبِ .

أقمار المُشْتَري

يمكنُ القولُ إن **كوكَبَ المشتري** يشبهُ منظومةً شمسيةً مُصَغَّرةً . لقد رَصَدَ العلماءُ حتى الآنَ أحدَ عشرَ قمراً تدورُ حولَ المُشْتَري . أربعةٌ من هذه الأقمارِ في حجمِ قمرِنا . واثنانِ لا يزيدُ قطرُ كلٍّ منهما عن ثلاثين ميلاً (٤٨ كلم) وهناك ثلاثةُ أقمارٍ صغيرةٍ قطرُ الواحِدِ منها (١٥) خمسة عشر ميلاً (٢٤ كلم) .

المُشْتري أعظمُ الكواكِبِ السيّارَةِ حجماً . حجمُهُ يفوقُ حجمَ الأرضِ بألفٍ وثلاثمئةِ مرةٍ (١٣٠٠) . إذا نظرنا إليهِ بالعينِ المجردَةِ بدا لامِعاً بديعَ المنظرِ . مع ذلك فهو يبعُدُ عن الأرضِ مسافة (٣٦٧,٠٠٠,٠٠٠) ثلاثمئةٍ وسبعةٍ وستين مليونَ ميل .

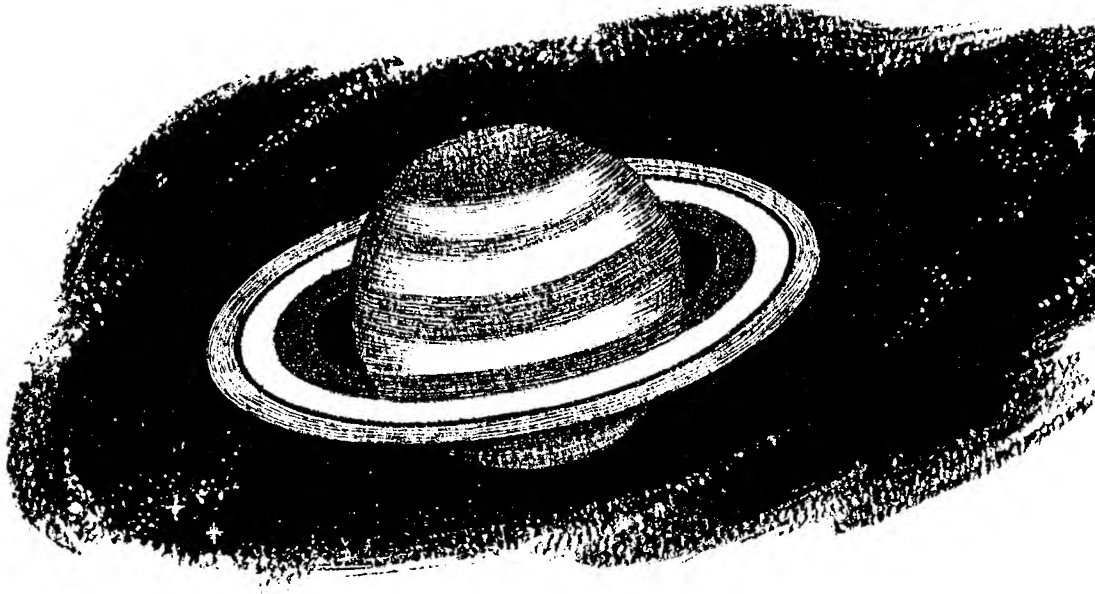
يُلاَحِظُ الفلكيّونَ تغيُّراً دائماً في منظرِ **المُشْتَري** . عندما يراقبونَهُ بالمنظارِ الفلكي ، يشاهدون فيه **عصائب** قاتمةً أو **أحْزِمةً** تفصلُ بينها مساحاتٌ لامعةٌ يسمّونها **مناطقَ** . الأحزمةُ القاتمةُ لا تحافظُ على شكلِهَا بل تتخِذُ أحياناً أشكالاً غيرَ منتظمةٍ . المناطِقُ كذلك تتغيّرُ بين الحينِ والآخرِ ، وتظهَرُ عليها فجأةً بقعٌ قاتمةٌ أو بيضاءُ لامعةٌ . وأحياناً يختفي حزامٌ أو جزءٌ من حِزامٍ مدةَ أسابيع . ويَعتقدُ علماءُ الفلكِ أنَّ ما يبدو لنا أحزِمةً أو مناطقَ هو طبقاتٌ من الغيومِ أو الأبخرَةِ التي تظلُّ في حالةِ اضطرابٍ .

ومن أعجبِ ظواهِرِ **المُشْتَري** ظهورُ الألوانِ الفاقعةِ على سطحِهِ . اثنان من أحزمَتِهِ يتبدّلُ لونُهما من الأحمرِ الفاقِعِ إلى البنيِّ أو الرماديِّ أو يتحوَّلُ إلى لونٍ

مائلٍ إلى الزرقةِ . ويُظنُّ أنَّ لهذا التغيّرِ علاقةً بدورانِ المُشْتَري حــولَ الشمــسِ . دورتُهُ حولَ الشمس تستغرقُ اثنتي عشرةَ سنةً ، ويبدو أنّ تبدُّلَ الألوانِ يتبعُ نظاماً دورياً بحيثُ يتكرَّرُ مرةً كلّ اثنَتَيْ عشرةَ سنةً .

ولعل أغربَ ما يُلاحَظُ حولَ المُشْتَري هو البقعةُ الحمراءُ الكبيرةُ التي تظهرُ عليه . يبلُغُ طولُ هذه البقعةِ (٣٠,٠٠٠) ثلاثين ألف ميل (٤٨ ألف كيلومتر) وعرضُها حوالى (٨,٠٠٠) ثمانيةِ آلافِ ميلٍ (أو ١٢٨٠٠ كلم) . وهي تتغيّرُ تغيُّراً كبيراً من حيثُ اللونِ والشكلِ والحركة . ففي بعضِ السنواتِ تبدو حمراءَ مائلةً إلى اللونِ القرميديّ ، وفي سنوات أخرى تبدو رماديةً ، كما تختفي في بعضِ الأحيان . وفوق ذلك يبدو أنَّ هذِهِ البقعةَ الحمراءَ العجيبةَ تتحركُ على سطحِ المُشْتَرِي وكأنَّهَا تجري أو تزحَفُ .

مَا هٰذِهِ الحَلَقَاتُ حَوْلَ زُحَل ؟



كان غاليليو أولَ عالمٍ نظرَ إلى الفضاءِ بواسطةِ مرقبٍ وذلك عام ١٦١٠ . واستطاعَ بواسطةِ مرقبِهِ أن يلاحظَ ظاهرةً غريبةً في منظرِ كوكبِ زُحَلَ . فقد بدا وكأنَّ شيئاً يعلَقُ حولَ جوانِبِهِ .

وفي عام ١٦٥٥ درسَ شخصٌ يُدعى كريستيان هويجنز كوكبَ زُحَلَ بمرقبٍ أفضلَ من مرقبِ غاليليو ، فرأى شيئاً غريباً خافَ أن يُحدِّثَ أحداً عنه ؛ لذلك سجَّلَ مشاهَدَاتِهِ باصطلاحَاتٍ رمزيّةٍ ، لما تُرْجِمَتْ تبيّنَ أنَّها تقولَ : « إنَّ زُحَلَ مُطَوَّقٌ بحلقةٍ مسطَّحةٍ رقيقةٍ لا تلامِسُهُ ، مائلةٍ تحجبُ بعضَ وجهِهِ الجنوبي » .

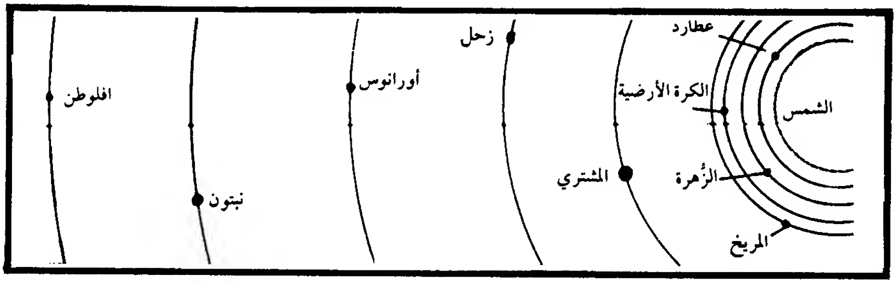
إنَّ الحلقاتِ المحيطةَ **بزُحَلَ** والّتي أذهلتْ أوائلَ الأشخاصِ الذين لاحظوها ما تزالُ واحداً من أسرارِ منظومَتِنا الشمسيّة . واستناداً إلى ما توفّرَ لنا من المعلوماتِ حتى اليومِ فليس ما يماثِلُهَا في أيِّ كوكبٍ أو نجم ! .

طبعاً ، نعرفُ بعضَ المعلوماتِ عن **كوكبِ زُحَلَ** بالإضافةِ إلى هذه الحلقاتِ . فهو يكمِلُ مدارَهُ حولَ الشمسِ في مدةِ (٢/١ ٢٩) تسعٍ وعشرين سنةً ونصفِ السنةِ ، ويأتي في المرتبةِ الثانيةِ بعد **المُشْتَري** في ضخامةِ الحجمِ ! وله تسعةُ توابعَ أو أقمارٍ تدورُ حولَهُ . ويحيطُ به جوٌّ يصعُبُ على آلاتِنَا معرفةُ ما يخفيهِ . كما أنَّ ما نراه منه ليس مادةً صلبةً . لكن قد يكون في وسطِهِ نواةٌ أو كرةٌ صخريةٌ معدنيةٌ .

تحيطُ **بزحَلَ** ثلاثُ حلَقَاتٍ غريبةٍ . تقعُ هذه الحلقاتُ الثلاثُ في مستوى واحدٍ (على سويةٍ واحدةٍ كالحلقاتِ الّتي يمكنُ رسمُها حولَ صحنٍ مسطح) ، كما تقعُ في مستوى خطِّ الاستواءِ لهذا الكوكب . وتمتدُّ هذه الحلقاتُ بعيداً عن الكوكبِ على مدى (١٧٠,٠٠٠) مئة وسبعين ألف ميل (أو مئتين واثنين وسبعين ألف كيلومتر) .

الحلقةُ الوسطى هي الأكثرُ لَمعاناً . وتفصلُها عن الحلقتين الأولى والثالثةِ فُسحتَانِ مُعْتِمَتَانِ . الحلقةُ الداخِليّةُ أو الأُولى كامدةٌ جدّاً . والمعروفُ حتّى الآنَ أنَّ هذه الحلقاتِ ليست مكوّنةً من كتلةٍ متماسكةٍ أو متَّحدةٍ كالسوائِلِ أو الموادِ الصلبةِ . إنَّها مكونةٌ من موادَّ مفككةٍ ، من جزئياتٍ دقيقةٍ جدّاً منفصلٌ بعضُها عن بعض . لكن حين تُشَاهَدُ من الأرضِ تبدو متماسكةً . وبما أنَّ الحلقاتِ مائلةٌ فإنّنا نرى وجهَها الشماليَّ أولاً ثمَّ الوجهَ الجنوبي . أما ما هي هذه الحلقاتُ وما سببُ تشكُّلها فما يزالُ سرّاً .

كيف اكتُشِفَ كوكبُ بلوتو ؟



إذا كنْتَ ترَى من الصعبِ العثورُ على ابرةٍ في كومةِ قشٍّ فتصوّرْ صعوبةَ « العثورِ » على كوكبِ « **بلوتو** » . إنَّهُ أبعدُ كواكبِ المنظومةِ الشمسيَّةِ . يبعدُ عن الشمسِ أكثرَ مما تبعُدُ عنها الأرضُ بأربعينَ مرة ! وهو ضعيفٌ وباهتٌ بحيثُ لا تمكنُ رؤ يتُهُ إلا بمرقَبٍ فلكيٍّ كبيرٍ نسبيّاً . مع ذلك تمَّ اكتشافُهُ ، فكيف كان ذلك ؟!

هناكَ مجموعتان من القوانين تساعدانِ على معرفةِ حجمِ الكواكِبِ والمسافاتِ فيما بينها . فقد بيّنَتْ **قوانينُ كبلر** عن الحركةِ الكوكبيةِ أنَّ مداراتِ الكواكبِ حولَ الشمسِ ليست دوائرَ بالضبط . **وقانونُ نيوتُن** عن الجاذبية ساعَدَ علماءَ الفلكِ على حسابِ وزنِ الكواكِبِ وأحجامِهَا . ويبيّنُ **قانونُ نيوتُن** أنَّ كلَّ جسمين يتجاذبان(يجذُبُ كلُّ منهما الآخرَ) بقوةٍ تحدّدُها كميةُ المادةِ في كلٍّ منهما (أو كتلةُ كلٍّ منهما) ، كما تحدّدُها المسافةُ بينَهما . ومعنى ذلك أنّه كلما زادت الكتلةُ زادتْ قوةُ الجاذبية ، وكلّما قَصُرَتِ المسافةُ بينَهما زادَتْ قوةُ الجاذبيّة .

عام (١٨٤٦) لاحَظَ فلكيان (يعرفان، طبعاً، هذه القوانين الفلكية جيداً) شيئاً غريباً في كوكبِ **أورانوس** ؛ يومذاك كان **أورانوس** أبعدَ الكواكِبِ المعروفةِ عن الشمسِ أي في أقصى المنظومةِ الشمسيةِ . لم يَكُنْ يتحرَّكُ في مدارِهِ وفقَ الحساباتِ التي وُضِعَتْ بناءً على عددِ الكواكِبِ المعروفةِ. وكيفيةُ تحرُّكِهِ جعلَتِ الفلكييْنِ يعتقدانِ بوجودِ كوكبٍ آخرَ يؤثِّرُ فيه ، كما سمحَتْ بتحديدِ موقعِ هذا الكوكب . لذلك طلبَ أحدُ الفلكييْنِ من مرصدِ برلين أن يبحثَ عن كوكبٍ في منطقةٍ معينةٍ من السماءِ ، وبالفعلِ أمكَنَ اكتشافُهُ في الموضِعِ المحدّد . هذا الكوكبُ الجديدُ حملَ اسمَ **نبتون** .

عامِ (١٩١٥) جاء عالم أميركيٌّ اسمُهُ لويل ولاحَظَ أن حركَةَ **أورانوس** ما تزالُ خاضعةً لتأثيرِ كوكبٍ آخرَ وراءَ **نبتون** . ولاحَظَ علماءُ آخرون في بلدانٍ مختلفةٍ أنَّ حركَةَ **نبتون** نفسهِ متأثرةٌ بجاذبيّةِ كوكبٍ يقعُ وراءَهُ ، وهكذا بدأ البحثُ المنتظمُ بالمنظارِ الفلكيِّ كما بدأ التصويرُ ودراسةُ الصورِ لاكتشافِ الكوكبِ الآخر .

عام (١٩٣٠) كان عالمٌ فلكيٌّ اسمُهُ **تومبو** يدرسُ الصورَ ليعثرَ على ا لكوكبِ الجديد ، فرآه بالفعلِ قريباً من الموضِعِ الذي كان لويل قد حدَّدَه . وكان هذا كوكب **بلوتو** .

لماذا تصوّرَ علماء الفَلك وجود حَياة على كوكب المرّيخ ؟

تعرفونَ أنَّ العلماءَ اليومَ يواصِلونَ أنواعاً من البحثِ والتجاربِ ليعرفوا ما إذا كانَ هناك أيُّ نوعٍ من أنواعِ الحياةِ خارجَ كوكبِ الأرضِ . وبديهيٌّ أنَّ اكتشافَ الكواكبِ في منظومتِنا الشمسيةِ أو ارتيادَها أسهلُ من ارتيادِ الأجرامِ الفضائيةِ خارجَ هذهِ المنظومة . وبين الأماكِنِ التي قدَّرَ العلماءُ إمكانَ وجودِ شكلٍ من أشكالِ الحياةِ فيها **كوكبُ المرّيخِ** .

لماذا اختاروا **المريخ** ؟ لأن هذا الكوكبَ يُعتبَرُ نوعاً من أخٍ توْأمٍ للأرضِ . فهو الكوكبُ الذي يليها في البعدِ عنِ الشمسِ . **وقطرُ المريخِ** يعادلُ نصفَ قطرِ الأرضِ تقريباً . وهو يدورُ حولَ الشمسِ في مدةٍ زمنيّةٍ تقلُّ عن سنتينِ من سنواتِ الأرضِ . غيرَ أنَّ طولَ **اليومِ المرّيخي** يعادلُ طولَ اليومِ الأرضي تقريباً .

وقد لاحَظَ العلماءُ ، لدى رصدِهم كوكبَ**المريخ ،** علاماتٍ تشيرُ إلى إمكانِ وجودِ الحياةِ عليه . **فللمريخِ فصولٌ** كفصولِ الأرضِ . وقد لوحظَ أنَّ بعضَ التغيّراتِ تحصلُ على سطحِ **المريخ** مع تغيُّرِ الفصولِ . فالمساحاتُ القاتِمةُ تصبحُ أقوى وأوضحَ في الربيعِ والصيفِ ، وتتغيّرُ الألوانُ من الأخضرِ المائلِ إلى الزرقةِ إلى الأصفرِ . فهل هذه المساحاتُ نباتاتٌ ؟

كما اعتقدَ العلماءُ بوجودِ نسبةٍ قليلةٍ من بخارِ الماءِ في جوِّ **المرّيخِ** ، وهو ما

يساعِدَ على استمرارِ الحياةِ . وفي عام ١٨٨٧ أعلن عالمٌ فلكيٌّ إيطاليٌّ هو جيوفانيّ شياباريللي ، أنه رأى أشكالاً على سطحِ المرّيخِ تشبهُ القنواتِ ، فتساءَلَ العلماءُ « هل تكونُ قنواتٍ بناها المريخيّون ليـجرُّوا الماءَ من ا لمناطقِ القطبيَّةِ إلى المناطِقِ الصحراويةِ ؟!» . لعلّ ما دفعَهم إلى هذا الاعتقادِ ظهورُ مساحاتٍ بيضاءَ عند القطبينِ ، في الشتاءِ ، ثم تقلُّصِها تدريجيّاً مع قدومِ الصيفِ .

لكن عندما قامت مركبةُ « مارينر ٦ » برحلتِها لتصويرِ **المرّيخِ** في صيفِ **١٩٦٥** أظهَرَتِ الصورُ التي بثّتْها هذه المركبةُ ضعفَ احتمالِ وجودِ الحياة . كما تبيّنَ أنّه لو وجِدَ أيُّ نوعٍ من الحياةِ على **المرّيخِ** فسوفَ يكونُ من أشكالِ الحياةِ الأدنى كالطحالبِ مثلاً . لكنَّ المعلوماتِ المتجمعةَ من مركبةٍ فضائيةٍ روسيةٍ بلا روّادٍ ، هبطَتْ على سطحِ **المرّيخِ** في تشرين الثاني (نوفمبر) **١٩٧١** جعلتِ الأملَ بوجودِ حياةٍ على **المرّيخِ** ضعيفاً جدّاً . فجوُّ **المرّيخ** أقلُّ كثافةً وعُلوّاً مما كانَ يُعتَقَدُ ، وهو يتكوّنُ من ثاني أوكسيدِ الفحم الذي لا يصلُحُ لشكلِ الحياةِ الذي نعرفُهُ .

وقد بيّنَتِ الصورُ الفوتوغرافيةِ التي بعثَتْها المركبةُ الفضائيّةُ أنَّ على سطحِ **المريخِ** فوهاتٍ شبيهةً بالفوهاتِ التي على سطحِ القمر . وبدلاً من أن يكونَ **المرّيخُ** شبيهاً بالأرضِ في بعضِ النواحي فقد تبيَّنَ أنه أكثرُ شبهاً بالقمرِ . ومن المحتملِ أن ينجحَ الإنسانُ في الوصولِ إلى **المرّيخِ** سنة **٢٠٠٠** . فإذا وصلَ سيجدُ نفسَه على كوكبٍ صيفُه باردٌ حتى في النهارِ ، ولياليه قاسيةُ البرودة . ولن يجدَ ماءً ولا بحاراً. وسوف تكونُ خيبةَ أملٍ للإنسانِ بعدَ أن حاكَ حولَ سكانِ **المرّيخِ** العديدَ من القصصِ والحكاياتِ الخياليةِ .

مَا الصُّحونُ الطائِرَةُ ؟

« **الصحونُ الطائرةُ** » هي التسميةُ الشائعةُ لأجسامٍ طائرةٍ لم تُحدَّدْ طبيعَتُها . فهل لها وجودٌ بالفعل ؟

كُتُبٌ عديدة وُضِعَتْ حولَها ، وادَّعَى آلافُ الأشخاصِ مشاهَدَتَها ؛ بَل ان بعضَ الناسِ ادّعى تصويرَها . ومهما كانت نتائجُ البحوثِ العلميةِ حولَ الموضوعِ سيبقى هناك أشخاصٌ يعتقدونَ بصحةِ وجودِها .

الدراساتُ التي أُجريَتْ حولَ إفاداتِ الأشخاصِ وتقاريرهم عن « **الصحونِ الطائرةِ** » تبيّنُ أنَّ كلَّ جسمٍ من الأجسامِ التي شوهدَتْ يختلفُ عن الآخرَ . فقد أفادَ بعضُ الناسِ أنَّهُ رأى صحوناً مُسطَّحةً ، وأفادَ آخرون أنهم رأَوْا صحوناً لها شكلُ الكرةِ ، أو شكلُ السيكارِ ، أوِ شكلُ العوّامةِ .

وتتباينُ ألوانُ **الصحونِ الطائرةِ** في هذه التقاريرِ كما تتباينُ أشكالُها . فقد وردَ فيها ذكرٌ لصحونٍ من كلِّ الألوانِ . بل يبدو أنَّ بعضها تتبدلُ ألوانُهُ أمامَ عينِ المُشاهِدِ . أما حركةُ الصحونِ الطائرةِ فيبدو أنها تتمُّ في كلِّ اتجاهٍ وفي مختلفِ درجاتِ السرعةِ . يمكنُها أن تتحركَ وفْقَ زوايا قائمةٍ ، تصعدُ عمودياً أو تهبطُ عمودياً ؛ أو ترسمُ مساراً متعرِّجاً . يمكنُها أن تقفَ في الهواءِ بلا حراكٍ ، وتحدثَ أزيزاً أو تحدثَ هديراً .

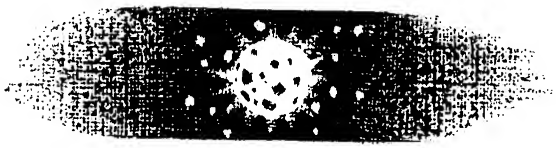
عندما تولّتْ قوات الطيرانِ في الولاياتِ المتّحدةِ الأميركيةِ دراسةَ الإفاداتِ التي تقدَّمَ بها الناسُ حول **الصحونِ الطائرةِ** اكتَشَفَتْ أن هؤلاءِ الناسِ لم

يتخيَّلوا ما شاهدوه ، لأنَّ كلاًّ منهم قد شاهدَ شيئاً ما . لكن ما هو ؟!

كان هذا « **الشي ءُ** » في بعضِ الأحيانِ **منطاد رصد التقلبات الجوية** . وفي بعضِ الحالاتِ كان **قمراً اصطناعياً** ، أو **غيمةً** أو **نيزكاً** (شهاباً) أو **نجماً** أو **طائراً** ، **أو مذنّباً** أو **كوكباً سيّاراً** أو **سهماً نارياً** . كما أن بعضَها كان نوعاً من قوسِ قزَحٍ صغيرٍ يطلُّ ويختفي بسرعة .

لو أنّ « **الصحون الطائرة** » **مراكبُ فضائيةٌ** لوجب أن تتفق التقاريرُ الموضوعةُ حولَهَا على شكلٍ معين. لكن لا وجودَ لمثلِ هذا الشكلِ المحدَّدِ . والسببُ في ذلك هو أن أصحابَ التقارير لم يرَوْا **صحوناً طائرةً** أو مراكبَ فضائيةً بالفعلِ بل أشياء أخرى متنوعةً . ولا يَرَى العلماءُ أيَّ دليلٍ على أن كائناتٍ عاليةَ الذكاءِ من عوالمَ أخرى تزورُنا أو تراقبُنا أو تقومُ بغزونَا .

الكُوَيكِبُ



أحياناً يأتي اكتشافُ الأجسامِ والظواهرِ شبيهاً بحلِّ الألغازِ . بهذه الطريقةِ تمَّ اكتشافُ **الكويكبات** .

هناك فلكيان هما «تيتيوس» و « بود » فكّرا في مرحَلَتَيْن متباعدَتَيْن أنّ ثمَّةَ كوكَباً بين **المريخِ** **والمُشْتري** ؛ فقد كانت هناك فجوةٌ ما في المسافةِ الفاصلةِ بينَهما . هكذا بدأ عددٌ من العلماءِ بالبحثِ عن هذا الكوكب . وبالفعلِ اكتُشِفَ عام (١٨٠١) كوكبٌ في الموضعِ الذي أشارا إليه . أُطلِقَ على هذا الكوكبِ اسمَ **سيريس** . لكنه كان كوكباً صغيراً جدّاً لا يتجاوزُ قطرُهُ (٤٨٠) أربعمئة وثمانين ميلاً (٧٦٨ كلم) . لذلك بدأ الظنُّ بأنَّ هذا الكوكبَ جزءٌ من مجموعةِ كواكبَ صغيرةٍ ، وعادَ البحثُ من جديدٍ .

بعدَ مدةٍ تمَّ اكتشافُ ثلاثةِ كواكبَ صغيرةٍ أكبرُها وأشدُّها لمعاناً يبلغُ نصفَ حجمِ **سيريس** . وفسَّرَ العلماءُ صِغَرَ حجمِ هذه الكواكِبِ بكونِها أجزاءً من كوكبٍ

أكبرَ قد تحطَّمَ في الفضاءِ . بعد (١٥) خمسةَ عشرَ عاماً اكتشفَ فلكيٌّ آخرُ كويكباً جديداً ، وعادَ البحث . . .

لمّا جاءَ عامُ (١٨٩٠) كان قد تمَّ اكتشافُ (٣٠٠) ثلاثمئةِ كويكبٍ . وبين عامَيْ (١٨٩٠) و(١٩٢٧) اكتُشِفَ (٢,٠٠٠) ألفا كويكبٍ جديد ! هذه الكواكبُ الصغيرةُ التي تدورُ حولَ الشمسِ وتقعُ في المسافةِ بين المريخِ والمُشْتري اصْطلحَ على تسمِيتِها **الكويكبات** .

ولكي نكوِّنَ فكرةً عن صِغرِ حجمها نستعرض مقاييسها : هناك (١٩٥) مئةٌ وخمسةٌ وتسعونَ كويكباً يزيدُ قطرُ كلٍّ منها عن (٦١) واحـدٍ وستين ميلاً (أو ٩٧ كلم) ؛ وهناك (٥٠٢) خمسمئةٍ وكوكبان تتراوحُ أقطارُها بين (٢٥) خمسةٍ وعشرين و(٦١) واحدٍ وستين ميلاً (بين ٤٠ و٩٧ كلم) ، و(١٩٣) مئةٌ وثلاثةٌ وتسعونَ كويكباً تتراوحُ أقطارُها بين عشرةِ أميالٍ وخمسةٍ وعشرين ميلاً(بين ١٦ و٤٠ كلم) ؛ وهناك (٢٢) اثنان وعشرون كويكباً تقلُّ أقطارُها عن عشرةِ أميالٍ (١٦ كلم) !

فلو جمعنا كتلَ هذه الكويكباتِ جميعِها معاً لبلغت ١/٣,٠٠٠ جزءاً من ثلاثةِ آلافِ جزءٍ من كتلةِ الأرضِ . وإذن حتّى لو التحَمَتْ الكويكباتُ معاً لما شكلَتْ كوكباً ذا أهميةٍ .

أما كيفَ تكوّنَتْ هذه الكويكباتُ فهناك نظريةٌ تقولُ إن قمراً من أقمارِ المُشْتري قد انفجَرَ وتحطَّمَ وشكَّلَ هذه الأجزاءَ .

كيف عُيِّنت السَنةُ الضّوئية ؟

إذا كنّا لا نستطيعُ أن نفسِّرَ ظاهرةَ **الضوءِ** تفسيراً واضِحاً فإنّنا نستطيعُ أن نقيسَه بدقةٍ ونعرِفَ مثلاً بأيّ سرعةٍ ينتقلُ الضوءُ . وبما أنَّ **السنةَ الضوئيةَ هي عبارةٌ عن المسافةِ التي يقطعُها شعاعُ ضوئيٌّ في مدةِ سنةٍ** فاكتشافُ السنةِ الضوئيةِ مرتبطٌ **بمعرفةِ سرعةِ الضوءِ** .

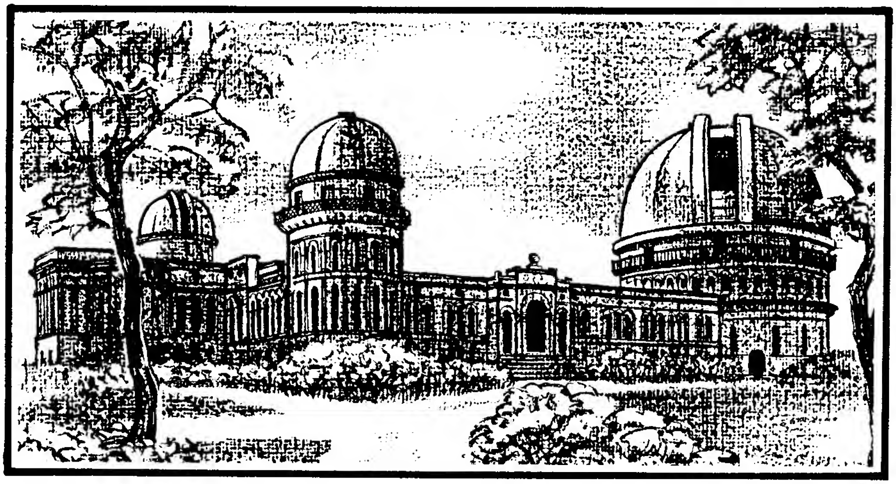
وقد تمَّ اكتشافُ **سرعةِ الضوءِ** على يدِ فلكيٍّ دانماركيٍّ اسمُهُ « أولاوس رويمر » عام ١٦٧٦ . لاحَظَ هذا الفلكيُّ أن خسوفَ أحدِ أقمارِ **المُشْتري** أخذَ يتأخّرُ تدريجياً عندما وصلتِ الأرضُ في دورتِها حولَ الشمسِ إلى الجهةِ المعاكسةِ لموقعِ **المُشْتري** . فلما انتقَلَتِ الأرضُ في دورتِها هذه إلى الجهة الموافقةِ **للمُشْتري** عادَ الخسوفُ ليتمَّ في موعدِهِ المعتادِ .

بلغَتْ مدةُ التأخّرِ في حصولِ الخسوفِ سبعَ عشرةَ دقيقةً . مما يعني أنَّها المدةُ التي يحتاجُها الضوءُ ليجتازَ مسافةً تعادِلُ قطرَ مدارِ الأرضِ حولَ الشمسِ . هذه المسافةُ كانَتْ تُقَدَّرُ بحوالى (١٨٦,٠٠٠,٠٠٠) مئةٍ وستةٍ وثمانين مليونِ ميلٍ (٢٩٧,٦٠٠,٠٠٠ كلم) . وبما أنَّ الضوءَ يحتاجُ إلى (١,٠٠٠) ألفِ ثانيةٍ (حوالى ١٧ دقيقة) ليقطع هذه المسافةَ أمكنَ حسابُ سرعةِ الضوءِ بتقسيمِ المسافةِ على المدةِ الزمنيةِ . والنتيجةُ أنَّ سرعةَ الضوءِ هي (١٨٦,٠٠٠) مئةٌ وستةٌ وثمانون ألفَ ميلٍ (أو ٢٩٧,٦٠٠ مئتان وسبعة وتسعون ألفاً وستمئة كيلومتر) في الثانية .

وفي أيامِنَا هذهِ أمضى العالِمُ « ألبرت ميكلسون » سَنواتٍ وهو يحاولُ تحديدَ السرعةِ المضبوطةِ للضَّوْءِ . وقد توصَّلَ عن طريقِ استخدامِ طريقةٍ مختلفَةٍ عن السابقةِ إلى تحديدِ هذِهِ السرعةِ بـ (١٨٦٢٨٤) مئةٍ وستةٍ وثمانينَ ألفاً ومئتين وأربعةٍ وثمانين ميلاً (أو ٢٩٨٠٥٤ كلم) في الثانية ، وهي السرعـةُ التي تُعتَبَرُ اليومَ صحيحةً .

فإذا ضربْنا سرعةَ الضوءِ في الثانيةِ بعددِ الثواني في السنةِ حصلنا على سرعةِ الضوءِ في السنةِ أي (٥,٨٨٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠) خمسة ملايين وثمانمئة وثمانين ألف من الملايين ميل أو (**٩,٤٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠ كلم**) في السنةِ ، وهذه هي السنة الضوئية .

المرصد



منذ آلافِ السنينِ كان الفلكيون يستخدمون **الأهراماتِ في مصرَ** ، **والأبراجَ والمعابدَ في بابلَ** لدراسةِ الشمسِ والقمرِ والنجومِ . ولم يكنِ المِنْظارُ الفلكيُّ معروفاً . وفي مرحلةٍ من مراحِلِ التاريخِ أخذَ المنظارُ الفلكيُّ وأجهزةُ رصدِ الكواكِبِ تتطورُ وبنيَتْ لهذه الأجهزةِ مبانٍ خاصةٌ سُمِّيَتْ **بالمراصِدِ** (ومفردُها مرصدٌ) . وهناك مراصدُ بُنِيَتْ قبلَ ألفِ عام .

يجبُ أن يُبنى **المرصدُ** في المكانِ المناسِبِ ، أي في مكانٍ يتمتّعُ بشروطٍ مناخيةٍ جيدةٍ كاعتدالِ الحرارةِ وتعدّدِ أيامِ الصَّحْوِ ، والليالي الصافيةِ الخاليةِ من الغيومِ ، وقلةِ حصولِ الضبابِ أو هطولِ المطرِ والثلجِ إذا

أمكنَ . كما ينبغي أن يُبنى بعيداً عن أنوارِ المُدُنِ ولافتاتِ النيون ، لأنَّ هذه تُنيرُ السماءَ وتُفقِدُها صلاحِيَتَها للرصد .

وفي المراصدِ أجنحةٌ للسكنِ بالإضافةِ إلى أجهزةِ الرصدِ . ولهذه الأجهزةِ أبنيةٌ وحجراتٌ خاصةٌ من الاسمنتِ المسلَّحِ بالفولاذِ . والبناءُ الخاصُّ بالمرقبِ أو المنظار الفلكي الكبيرِ مكوّنٌ من قسمين : قسمٌ سفليٌّ ثابتٌ ، وقسمٌ علويٌّ أو سقفٌ على شكلِ قبةٍ قابلةٍ للدَّوَرانِ .

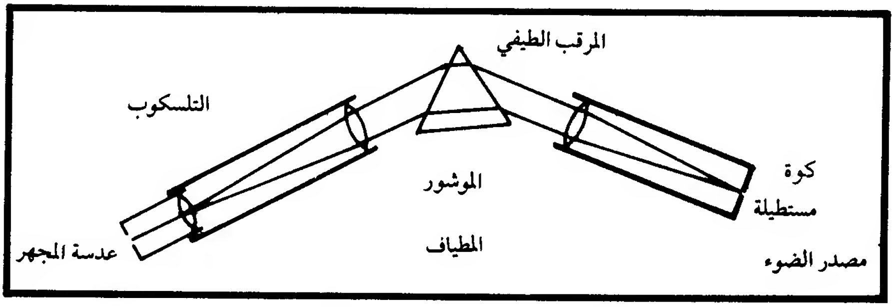
ولِقُبَّةِ المرصدِ شقٌّ طوليٌّ يُفتَحُ ليسمحَ للمرقبِ بالنظرِ إلى السماءِ .

وحين تُدارُ القبةُ بواسطةِ دولابٍ يُسمحُ للشقِّ بالانفتاحِ على أيّ جهةٍ من جهاتِ السماءِ . واليومَ تُدارُ القبةُ والمرقبُ بواسطةِ محركٍ كهربائيٍّ . هكذا لا يحتاجُ الفلكيُّ في المرصدِ الحديثِ كي يحركَ الأجهزة ، إلى أكثرِ من الضغطِ على بعضِ الأزرارِ .

وبالطبعِ لا بدَّ للفلكيّ كي يرى ، من أن يكونَ قريباً باستمرارٍ من عينِ المرقبِ أو عينِ آلةِ التصويرِ الملحقةِ بِهِ . ولذلك ففي بعضِ المراصِدِ الحديثةِ تكونُ الأرضُ متحركةً أيّ قابلةً للارتفاعِ أو للانخفاضِ ، أو تكونُ هناكَ منصَّةٌ يمكنُ تعديلُ ارتفاعِهَا .

لا يعتمِدُ الفلكيون ، إذن ، على العينِ المجردةِ كي يراقبوا الفضاءَ ، بل لديهم أجهِزةٌ عديدةٌ معقَّدةٌ مُلحَقَةٌ بالمرقبِ الفلكيِّ كآلاتِ التصويرِ ، والمِطيافِ (أي منظار تحليلِ الطيف) ومِرسمةِ الطيفِ ، ومِرسمةِ الطيفِ الشمسي ، وكلُّها تزوِّدُ الباحثَ بمعلوماتٍ مهمّة .

كَيفَ يُنبِئُنا الطَيفُ عَنِ الكونِ ؟



من المعروفِ أنَّ عالمَ الفَلَكِ عندما يحلِّلُ طيفَ الضوءِ يقدرُ أن يعرفَ المادةَ التي يتكوّنُ منها أيُّ نجمٍ ولو كان يبعُدُ عنّا ملياراتِ الأميالِ ؛ كما يعرفُ درجةَ الحرارةِ والسرعةَ التي يتحرّكُ بها مُقترباً من الأرضِ أو مبتعداً عنها ! .

والطيفُ هو مجموعةُ الألوانِ المتدرجةِ التي ينحلُّ إليها النورُ الأبيضُ عندما ينكسِرُ أو يمرُّ خلالَ الموشورِ . إذ يتخلّلُ هذا الطيفَ بالإضافةِ إلى الألوانِ التي يتكوَّنُ منها ، مئاتُ **الخطوطِ المتوازِيَةِ** ، وهي تُعرفُ **بخطوطِ « فراونهوفر »** تكريماً لِمُكتشِفِها .

ولكلِّ مادةٍ كيماويةٍ سواءٌ كانت في حالةٍ بخاريةٍ أو غازيةٍ نمطٌ خاصٌ بها من **الخُطوطِ المُتوازِيَةِ** التي تحتلُّ مكانَها في الطيفِ . والخُطوطُ تحلُّ محلَّ الألوانِ التي يتحلّلُ إليها طيفُ العناصرِ التي تتوهَّجُ لشدةِ حرارتِها . هذا يعني

أن العالِمَ يقدرُ أن يكتشِفَ نوعَ الموادِ المكوِّنَةِ لأيِّ جسمٍ ، مهما كانَ بعدُهُ عنّا ، وما دامَتِ أشعتُهُ تصِلُنَا ، فلكلِّ مادةٍ خطوطُها القاتمةُ ، أو « **طيفُ الامتصاصِ** » الخاصِ بها والذي يُميِّزُهَا عن غيرِها من الموادِ . مقارنةُ **الطيفِ** الذي تكوّنُهُ المادةُ المدروسةُ مع أطيافِ موادَّ متوفرةٍ في المختبرِ تمكّنُ العالمَ الفيزيائيَّ من تحديدِ نوعِ تلكَ المادةِ . وعلى سبيلِ التشبيهِ يمكنُنا القولُ إنَّ كلَّ مادةٍ تتركُ بصماتِها في خطوطِ طيفِها .

وبما أنَّ الحرارةَ تجعلُ أوضاعَ الخطوطِ في الطيفِ تتغيّرُ، كانَ باستطاعةِ العلماءِ أن يقدّرُوا درجةَ الحرارةِ بشكلٍ تقريبيٍّ ولو كان النجمُ على بعدِ ملياراتِ الأميالِ . وعندما تكونُ حركةُ النجمِ متجهةً نحوَنا بحيثُ تقرّبهُ منا فإن **خطوطَ الطيفِ** تتجهُ نحوَ الطرفِ البنفسجيِّ للطيفِ . وعندما يتحرّكُ النجمُ مبتعداً عنّا فإن الخطوطَ تتجهُ نحوَ النهايةِ الحمراء . والعلماءُ الذين يدرسونَ نسبةَ التغيّرِ أو انتقالَ الخطوطِ توصّلوا إلى حسابِ سرعةِ النجومِ ، وتبيّنَ لهم أنّ بعضَ الأجرامِ السماويةِ أو النجومِ تندفعُ في الفضاءِ بسرعةِ (١٥٠) مئة وخمسين ميلاً في الثانية (أي بسرعة ٩,٠٠٠ تسعةَ آلافِ ميل (أو ١٤,٠٠٠ كيلومتر) في الدقيقةِ الواحِدَةِ) .

كيفَ نعرفُ قياساتِ النّجوم ؟

تبلُغُ المسافةُ بينَ الأرضِ وأقربِ النجومِ إليها أربعَ سنواتٍ ضوئيةٍ ونصفَ السنةِ . وقد رأينَا أن السنةَ الضوئيةَ تقارِبُ ستةَ ملايين مليونِ ميلٍ وعلى وجهِ الدّقّةِ (٥,٨٨٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠) ميل (أو ٩,٤٠٠,٠٠٠,٠٠٠.٠٠٠ كيلومتر) ! . فإذا كانتِ النجومُ بعيدةً إلى هذه الدرجةِ فكيفَ نقدرُ أن نقيسَ حجمَها ونعرفَ تكوينَها وحركَتها وغيرَ ذلِكَ ؟ .

في وقتٍ من الأوقاتِ كانَتِ الآلةُ الوحيدُة والأكثرُ تقدُّماً هي **المِنظارُ الفلكيُّ** . أمّا اليومَ فإنَّ هناك **مجموعةً كاملةً من الآلاتِ الخاصةِ تساعدُ عالِمَ الفضاءِ** على دراسةِ **حركاتِ النجومِ** ، **ولمعانِها** ، **وألوانِها** ، **ودرجةِ حرارتِها والموادِّ التي تتركّبُ منها** .

أولُ هذه الآلاتِ **آلةُ التّصويرِ** (الكاميرا) ؛ وتُستخدمُ لتصويرِ سِجلّاتٍ كاملةٍ عن النجومِ الّتي يجري رصدُها (أي مراقبتُها) . هناك **آلةٌ ثانيةٌ هي مِرسمَةُالطيفِ** ؛ وتُستخدَمُ لتصويرِ أطيافِ النجومِ أو الأشعةِ الضوئيةِ الآتيةِ منها .وقد جمعَ العلماءُ معظمَ المعلوماتِ عن النجومِ وحرارتِها وسرعتِها بواسطةِ **مرسَمَةِ الطيفِ** هذه .

وأحياناً يكونُ لأحدِ النجومِ طيفٌ يماثلُ طيفَ نجومٍ أخرى . والنجومُ التي تتماثلُ أطيافُها أو تقعُ في زمرةٍ طيفيةٍ واحدةٍ تكونُ ألوانُها واحدةً . واللونُ

غيرُ الطيفِ . اللونُ هو ما يُرى قبلَ تحليلِ الضوءِ بواسطةِ **الموشورِ** . وألوانُ النجومِ تتدرجُ من الأزرقِ إلى الأحمرِ . فمثلاً شمسُنا نجمٌ أصفرُ ، وتقعُ وسطَ سلسلةِ الألوانِ . درجةُ حرارةِ النّجمِ يمكنُ أيضاً أن تُعرَفَ عن طريقِ قياسِ الألوانِ . النجومُ الزرقاءُ كبيرةٌ ، شديدةُ الحرارةِ ولامعةٌ تبلُغُ حرارتُها (٥٠,٠٠٠) خمسين ألفَ درجةٍ فهرنهايت (٢٧,٠٠٠ درجة مئوية) أو أكثر . النجومُ الحمراءُ باردةٌ نسبيّاً . أي أنها أبردُ من الزرقاءِ بكثيرٍ . وتبلُغُ درجةُ الحرارةِ على سطحِها (٣,٠٠٠) ثلاثة آلاف درجة فهرنهايت (١٦٠٠ درجة مئوية) أو أقل من هذا المقدارِ .

وكُنّا قد رأينا أنّ العلماءَ يتعرّفونَ إلى الموادِ الّتي تتركّبُ منها النجومُ عن طريقِ مقارنةِ أطيافِها بأطيافِ موادَّ مهيأةٍ في المختبرِ. لأنّ الموادَّ الّتي تتكوّنُ منها النجومُ موجودةٌ على الأرضِ . غيرَ أنَّ النجومَ هي في الدرجةِ الأُولى كراتٌ هائلةٌ من غازاتٍ شديدةِ الحرارةِ ، وفي طليعتِها غازُ الهيدروجين وغازُ الهليوم .

كَمَا أنّ علماءَ الفضاءِ أو الفلَكِ يستخدمونَ نماذجَ خاصةً من المرقبِ الفلكيِّ تقدرُ أن تصوِّرَ مساحاتٍ واسعةً من السماءِ . وهناكَ ، إضافةً إلى ذلك ، نموذجٌ آخرُ من الآلاتِ هو المرقبُ اللاسلكي أو (التلسكوب اللاسلكي) . ولهذا المرقبِ هوائيٌّ كبيرٌ جدّاً ، وجهازٌ لاقطٌ ، وجهازٌ مسجّلٌ . وهو يسجّلُ قوةَ الأمواجِ التي تصدرُ عن النجومِ والكواكِبِ . هكذا تَرَوْنَ كيفَ يستطيعُ الإنسانُ اليومَ أن يتغلَّبَ على المسافاتِ العظيمةِ ويعرفَ الكثيرَ عن النجومِ بواسطةِ هذه الآلاتِ المتنوعةِ .

كيف صوّر الفلكيون القدامى الكون ؟

إنّ فهمَ الكونِ وتصوُّرَهُ ، كما يبدو للعلماءِ في أيامِنَا ، أصعبُ بكثيرٍ من فهمِهِ وتصوّرِهِ كما رآه القدماءُ وتخيَّلوه . فاليومَ لا نعتبرُ الكونَ مقتصِراً على الأرضِ والمنظومةِ الشمسيةِ ، بل يشملُ المجرَّةَ التي تشكِّلُ منظومتُنا الشمسيةُ جزءاً منها (دربُ التّبّانِ أو درب اللبّانة) ، وكلَّ المجراتِ الأخرى . وفي مجرَّتِنا وحدَها حوالى (٢٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠) مئتي مليار نجم ، هذا مع العلمِ أنَّ هناكَ ملايينَ المجراتِ الأخرى تنتشرُ في الكونِ . إن خيالَ الإنسانِ لا يستطيعُ أن يستوعبَ هذا الامتدادَ الهائلَ كلَّه !.

أما في العصورِ القديمةِ فكانَتْ لدَى الناسِ صورةٌ مبسَّطَةٌ عن الكونِ . كانوا يعتقدونَ أن الشمسَ والقمرَ والنجومَ والكواكبَ أجرامٌ غيرُ كبيرةٍ تدورُ حولَ الأرضِ . كانوا يعتقدونَ ، من خلالِ المظاهِرِ التي بدَتْ لأعينِهِم ، أنّ الأرضَ مسطّحةٌ ثابتةٌ شاسعةٌ تتوسّطُ الكونَ وتعلوهَا قبَّةٌ سماوِيَّةٌ ترصِّعُهَا آلافُ النّجومِ الّتي تلمَعُ في الليلِ .

بدأتِ الدراساتُ العلميةُ للفلكِ مع اليونانِ . وكان اليونانيون قد ورِثُوا الكثيرَ عن الشعوبِ المجاورةِ والسابقةِ لهم في الحضارة كالسومريين والبابليين والفينيقيين والكنعانيين والمصريين .

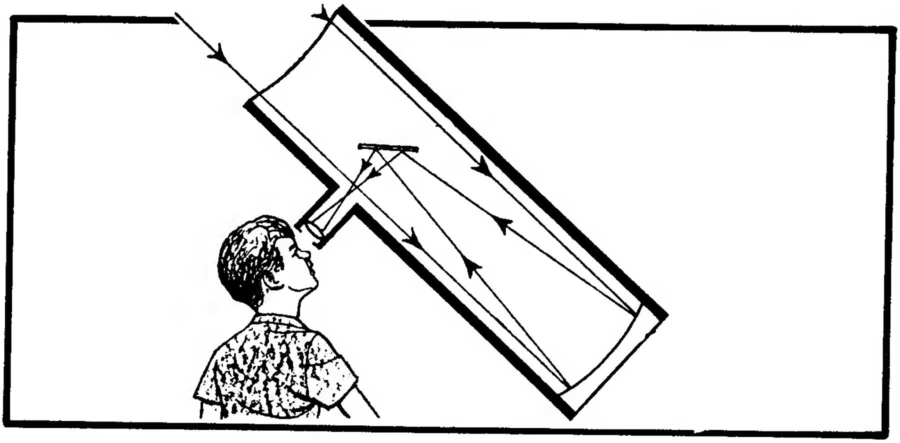
اعتقدَ اليونانيون القدامى أنَّ الأرضَ ثابتةٌ في مركزِ الكونِ . وكان فيثاغورس الذي عاشَ في القرنِ السادسِ قبلَ الميلادِ أولَ من أشارَ إلى كرويّةِ

الأرضِ ، لكنَّهُ ظلَّ يعتقِدُ أنها مركزُ الكونِ وأنّها ثابتةٌ لا تدورُ .

ثم جاء « **أريستارخوس** » الذي عاش في القرنِ الثالثِ قبلَ الميلادِ وقال **إن الأرضَ كرويةٌ تدورُ على محورِها وتدورُ في الوقتِ نفسِهِ حولَ الشمسِ الثابتةِ** . غيرَ أنَّ فلكِيّاً آخرَ اسمُهُ **بطليموس** جاء في القرنِ الثاني بعدَ الميلادِ وألَّفَ كتاباً اسمُهُ المَجِسْطي (هكذا عرَّبَ المترجمون العربُ كلمةَ آلماجست اليونانية ، ومعناها « الأكبر » . وقد ترجَمَهُ إلى العربيةِ حُنينُ بنُ اسحقَ في العصرِ العبّاسي) . قال **بطليموس** في كتابِ « **المجسطي** » إن الأرضَ في مركزِ الكونِ، وحاولَ أن يبيّنَ كيف تدورُ الشمسُ والقمرُ والكواكبُ حولَ الأرض . وكان لهذا الكتابِ تأثيرٌ كبيرٌ على الناسِ فسادَتْ نظريتُهُ طوالَ أربعةَ عشرَ قرناً !!

عام **١٥٤٣** جاء **كوبرنيكوس** العالمُ البولونيُّ وقال إنّ الشمسَ هي مركزُ الكونِ وإنَّ الأرضَ والقمرَ والكواكبَ تدورُ حولَها . وبعد اختراعِ المرقبِ الفلكيّ صار باستطاعةِ الانسانِ أن يكوّنَ فكرةً أفضلَ عن الكونِ . وبنتيجةِ تجمُّعِ المعلوماتِ وتكاثُرِها تطوّرَتْ فكرتُنا عن الكونِ وتقدَّمَتْ تدريجيّاً .

المِرقَب



رأينا كيفَ أنّ علماءَ الفلكِ أو علماءَ الفضاءِ يقومون بدراسةِ الكواكبِ والنجومِ البعيدةِ جدّاً . ويعودُ الفضلُ في تقدمِ هذه العلومِ إلى اختراعِ المرقَبِ . **والمرقبُ** هو منظارٌ مقرِّبٌ يجعلُ الأجسامَ البعيدةَ تبدو قريبةً ، وبذلك يتمكَّنَ العلماءُ من دراسةِ الأجرامِ السماويةِ .

يتكوَّنُ **المرقَبُ** العاديُّ من عَدَسَتَيْنِ : عدسةٌ تقرِّبُ وعدسةٌ تكبِّرُ . ويُحكَى أنَّ اختراعَ المنظارِ المقرِّبِ قد حصلَ صدفةً في البداية : منذ أقلِّ من أربعةِ قرونٍ كان في إحدى مدنِ هولندا صانعُ نظاراتٍ وجَدَ أولاَدُهُ أثناءَ اللّعبِ في المشغلِ أنَّ الإمساكَ بعدَسَتَيْنِ الواحدةِ قبالةَ الأُخرى يُظهِرُ الأشياءَ البعيدةَ قريبةً . وصلَ خبرُ هذا الاكتشافِ إلى العالمِ الإيطاليّ **غاليليو** ، فصنَعَ عام

١٦٠٩ أولَ منظارٍ فلكيٍّ في التاريخِ . ثمّ طوّرَ العلماءُ من بعدِهِ هذا المنظارَ تدريجياً حتّى وصلَ إلى شكلِ المرقبِ الذي يُستَخْدمُ اليومَ في أبحاثِ الفضاءِ .

لَا بُدَّ أنَّكم شاهدتُمْ عدسةً مكبِّرةً ورأيْتُمْ كيف تكبّرُ صُوَرَ الأشياءِ . لكنَّ غايةَ المرقبِ ليسَتْ فقط تكبيرَ الصورةِ بل أيضاً تقريبُ صورةِ الجسمِ البعيدِ . ولذلك لمّا صنعَ **غاليليو** منظارَهُ استعملَ عدسةً محدَّبَةً (بهذا الشكلِ ) ووضعَ على مسافةٍ منها عدسةً مقعَّرَةً (بهذا الشكلِ ) . ومنذُ ذلك الحينِ وعلماءُ الفلكِ يحاولونَ أن يصنَعُوا مراقِبَ أكبَرَ فأكبرَ لتزدَادَ قدرتُهُم على رؤيةِ الكواكِبِ والنجومِ . فقد وجدوا أنّه كلّما كبُرَتْ العدسةُ المستعملةُ في المنظارِ اتَّسعَتِ المساحةُ المدروسةُ .

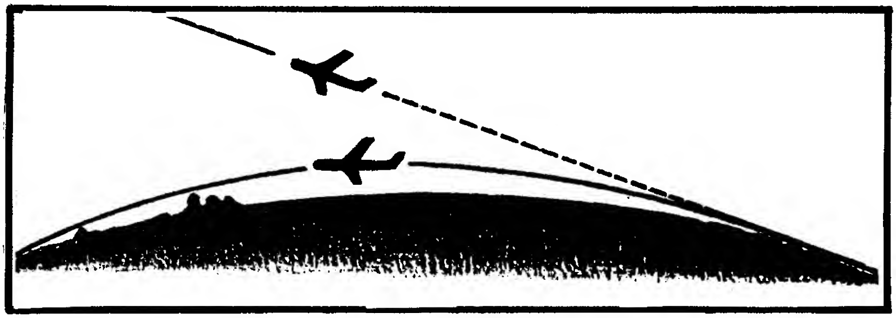
بعدَ مرورِ خمسينَ سنةً على صنعِ منظارِ أو مِرقَبِ غاليليو صنعَ **اسحٰقُ نيوتُن** مِرقَباً من نوعٍ جديد . **ونيوتُن** عالِمٌ دَرَسَ علمَ الضوءِ . استخدَمَ **نيوتن** المرآةَ المقعَّرَةَ بدلاً من العدسةِ . والمرآةُ المقعَّرَةُ تعكسُ الضوءَ أو الصورَ مُكَبَّرَةً . وجعلَ هذه المرآةَ الكبيرةَ المقعَّرَةَ بديلاً لعدسةِ المِرقَبِ الأماميةِ ، أي التي تُوجَّهُ نحوَ النجومِ لتلتقِطَ صورَهَا . هذه المرآةُ المقعَّرةُ تلتقِطُ الصوَرَ وتعكسُها بواسطةِ مرآةٍ ثانيةٍ على عدسَةٍ مكبِّرةٍ ينظرُ العالِمُ الفلكيُّ من خلالِهَا . وهكذا صنعَ **نيوتن** عام **١٦٦٦** أولَ **مِرقَبٍ عاكسٍ** .

كان مِرقبُ نيوتُن صغيراً ، قطرُ مرآتِهِ بوصةٌ واحدةٌ **(٢,٥ سم)** . أما اليومَ فهناكَ مراقبُ عاكسةٌ ضخمةٌ . المرقبُ الأكبرُ في العالمِ اليومَ موجودٌ في مرصدِ « **مونت بالومار** » في كاليفورنيا بالولاياتِ المتّحدةِ . وله مرآةٌ يبلُغُ

قطرُها أكثرَ من خمسةِ أمتارٍ . ثم هناكَ **المرقبُ** الأكبرُ في بريطانيا وقطرُ مرآتِهِ مترانِ ونصفُ المترِ . وهذا المرقبُ الأخيرُ يجعلنُا نرى القمرَ وكأنَّنا نطيرُ فوقَهُ على بعد (٢٠) عشرين ميلاً .

كذلك صمَّمَ علماءُ الفلكِ مراقبَ **خاصةً** ذاتَ مرايا يمكنُها أن تصوِّرَ مساحاتٍ واسعةً من الفضاءِ . وهنالِكَ مرقبٌ يسمّى **المرقبَ اللاسلكي** وهو يلتَقِطُ الموجاتِ اللاسلكيةَ الاشعاعيةَ الآتيةَ من الفضاءِ الخارجيِّ ويسجلُها ، ولكنه لا يَرى صورَ الأجسامِ . لذلك يستطيعُ أن يعملَ في النهارِ والليلِ على السواءِ ومهما كانتِ الأحوالُ الجويةُ .

هل للكون نهاية ؟



عندما يستخدمُ علماءُ الفضاءِ كلمةَ « الكونِ » فإنّهم يقصدونَ الفضاءَ والأجرامَ السماويةَ الّتي يشملُها . ويصعُبُ على الخيالِ الإنسانيِّ أن يُحيطَ بهذا الكونِ وما يشمُلُ .

ذكرْنَا أن السنةَ الضوئيَّةَ تعادِلُ ما يقربُ من ستةِ ملايينِ الملايينِ من الأميالِ (أو أكثرَ من تسعةِ ملايين الملايين من الكيلومترات) . وأنّ مجرَّتَنا ، دربَ التّبّانِ تمتدُّ على مدى مئةِ ألفِ (١٠٠,٠٠٠) سنةٍ ضوئيةٍ . وأنَّ هناك ملايين المجراتِ في الكونِ . وأقربُ هذه المجراتِ يبعدُ عنّا مليونَيْ سنةٍ ضوئيةٍ . أما البعيدةُ فتبعدُ آلافَ الملايينِ من السنينِ الضوئيةِ . وهذا كلُّه ليسَ إلّا الجزءَ الذي نعرفُ عنهُ شيئاً ما . وقد تكونُ هناك مجرّاتٌ ومجراتٌ لا تتمكّنُ آلاتُنا من تسجيلِ وجودِهَا . لذلك فالسؤالُ الذي يقفزُ إلى أذهانِنَا هو : كم هنالكَ بعد ؟!

عندمَا يحاوِلُ علماءُ الفضاءِ الإجابةَ عن هذا السؤالِ ، يجدونَ أنفسَهُمْ مُلزَمين بالكلامِ عـن طبيعةِ الفضاءِ . والنظريةُ التي تَمَّ التوصُّلُ إليها حتّى الآنَ هي أنّ الكونَ ينحني أو يستديرُ على نفسِهِ . وهذا يعني أن الأجسامَ لا تستطيعُ أن « تخرجَ » من الفضاءِ ، لأنّ طريقَها سوفَ ينحني ويتبعُ مساراً دائرياً يعيدُها إلى النقطةِ التي انطلقَتْ منها .

نوضّحُ هذا بمثالٍ بسيطٍ : إذا أقلعَتْ طائرةٌ من بغدادَ إلى الجزائرِ فإنّها لا تطيرُ وفقَ خطٍّ مستقيمٍ . وباعتبارِ أنَّ الأرضَ كرويةٌ فإنّها لو طارتْ في خطٍّ مستقيمٍ لوجَدَتْ نفسَهَا ترتفعُ آلافَ الأميالِ في الفضاءِ بدَلَ أن تصِلَ إلى الجزائرِ . ولذلك فإنّ الطائرةَ التي تُقلِعُ من بغدادَ إلى الجزائرِ تتبعُ خطّاً منحنياً . ولو تابعَتْ طيرانَها محتفظةً بالارتفاعِ نفسِهِ لعادَتْ مُجدَّداً إلى بغدادَ بعدَ أن تكونَ قد دارتْ حولَ الكرةِ الأرضيةِ . يَعتقِدُ علماءُ الفضاءِ أنَّ الكونَ ينحني وفقَ نمطٍ خاص ، وليس انحناؤهُ بسيطاً كتحدُّبِ الأرضِ . لا يمكنُ إيضاحُ هذا برسومٍ مبسّطةٍ ، لكن العلماءَ يتعرّفونَ إلى هذا الانحناءِ بواسطةِ حساباتٍ رياضيةٍ معقّدةٍ .

لماذا يشعُّ القمر؟

كانت بعضُ الشعوبِ القديمةِ تعبُدُ القمرَ باعتبارِهِ إلهاً يحكُمُ مملكةَ الليل . ومنذُ ذلك الحينِ تعلّمَ الإنسانُ أشياءَ كثيرةً عنِ القمر. وفي أيّامِنَا هذِهِ توصَّلتِ الأبحاثُ الفضائيّةُ الّتي تمَّتْ في الدولِ الصناعيةِ الكبرى ، إلى إرسالِ مركباتٍ تحطُّ على القمر ؛ وقد عادتْ هذه المركباتُ إلى الأرضِ حاملةً عيناتٍ من تربتهِ بالإضافةِ إلى الصورِ الدقيقةِ المفصَّلَةِ لسطحِهِ . وتُوِّجَتْ هذه الأبحاثُ بإرسالِ الإنسانِ كي يمشي على القمر .

وإذنْ ما دَامَ القمرُ يتكوَّنُ من أتربةٍ وصخورٍ فلِماذا يشعُّ ؟ القمرُ تابعُ الأرضِ ، أي أنَّهُ جرمٌ أصغرُ منها يدورُ حولَهَا كما تدورُ هي حولَ الشمسِ . والسببُ الذي يجعلُنا نراه من الأرضِ « مُشِعّاً » هو أنَّ أشعةَ الشمسِ تسقطُ على سطحِهِ ثم تنعكِسُ إلينَا .

وبما أنّه ليس للقمرِ جوٌّ من الهواءِ كالأرضِ ، فإنّ لِضَوءِ الشمسِ تأْثيراً خاصاً عليهِ . ويبقى أحدُ وجهَيْ القمرِ معرَّضاً لأشعةِ الشمسِ مباشرةً مدة (١٤) أربعةَ عشرَ يوماً ، فيتسخَّنُ سطحُهُ إلى درجةٍ تساوي درجةَ غليانِ الماءِ ، بينما يبقى الوجهُ الآخَرُ في ليلٍ معتمٍ طويلٍ باردٍ .

لِمَاذا لا نرى إلا وجهاً واحداً للقمر؟

معلومٌ أننا لا نستطيعُ أن نرى ونحنُ على الأرضِ **إلا وجهاً واحداً من وجوهِ القمر** . لكنَّ المركباتِ الفضائية قد دارَتْ حولَ القمرِ والتَقَطَتْ لهُ صُوراً عديدةً ، وباتَ العلماءُ يعرفونَ هذا الوجهَ الآخَرَ معرفةً جيدةً .

أمّا لماذا لا نرى ذلك الوجهَ الآخرَ ، من الأرضِ ، **فلأنَّ القمرَ** عندما يدورُ حولَ الأرضِ يدورُ حولَ نفسِهِ في الوقتِ ذاتِهِ ، ودورتُهُ حولَ نفسِهِ تتمُّ في مدةِ (٢/١ ٢٩) تسعةٍ وعشرين يوماً ونصفِ اليومِ ، وهي بالضبطِ المدةُ التي يحتاجُها كي يدورَ حولَ الأرضِ . ولذلك لا نرى منه إلا وجهاً واحداً !

قد لا يكون هذا واضحاً تماماً . ولكي تعرفَ كيف يحصلُ هذا الأمرُ ، يمكِنُكَ القيامُ بحركةٍ مماثِلةٍ : ارفعْ يَدَكَ اليُسرى لتكونَ في مواجهتِك ، وأطبقْ قبضتَكَ . تصوّرْ أنّ هذه اليدَ هي الأرضُ . ثم خُذْ تفاحَةً أو كرةً وارسُمْ عليها خطوطاً تميّزُ فيها نصفَيْن . وتصوَّرْ أنّ هذهِ الكرةَ هي القمر .

الآنَ اجعلْ وجهاً واحداً من هذا « القمرِ » (الكرةِ أو التفاحةِ) يواجهُ يدَكَ اليُسْرى التي تمثلُ الأرض . حَرِّكِ « القمرَ » حولَ يدِكَ مع الانتباهِ إلى بقاءِ الوجهِ نفسِهِ في مواجهةِ اليدِ ، ودَعِ « القمرَ » يكملِ الدورةَ حولَ يدِك . سوف تلاحظُ أنّ « القمرَ » (التفاحة) قد أكملَ دورةً تامةً حولَ نفسِهِ ، مع ذلك ظلَّ وجهٌ واحدٌ منه في مواجهَةِ الأرضِ .

وقد بيَّنَتِ الصورُ التي الْتُقِطَتْ لوجهِ القمرِ الآخرِ أن « البحارَ » (أو الانخفاضاتِ التي كان يُظَنُّ أنّها بحارٌ) عليه قليلةٌ ، وتكثرُ على سطحِهِ الوعرِ الجبالُ والفوهاتُ البركانيةُ .

هل للقمرِ قوةُ جاذبية ؟

لكلِّ جسمٍ من الأجسامِ في الكونِ جاذبيةٌ . والجاذبيةُ هي القوةُ التي تشُدُّ كلَّ جسمٍ في الكونِ إلى كلِّ جسمٍ آخر .

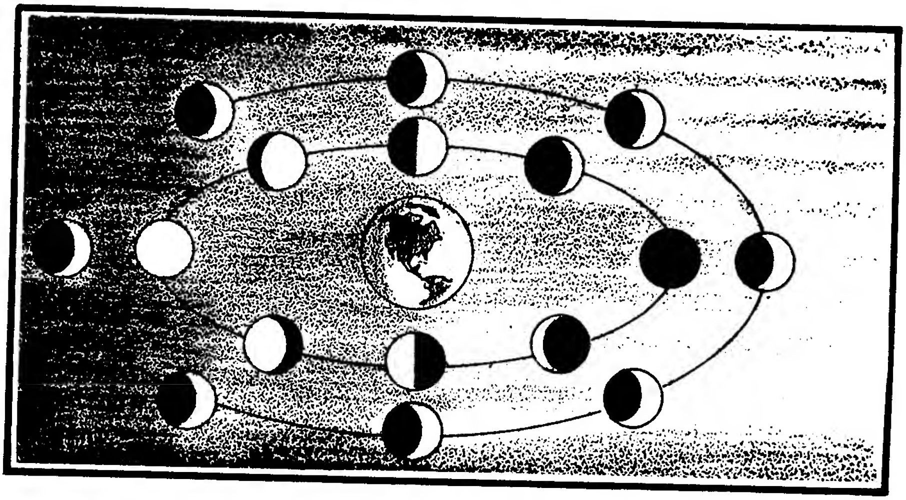
غير أنَّ قوةَ الجذبِ هذه تتوقَّفُ على عامِلَيْنِ : أولاً كتلةُ الأجسامِ التي يجذُبُ بعضُها بعضاً ، وثانياً المسافةُ الواقعةُ بينَها . وكلّما ازدادتْ كتلةُ الأجسامِ ازدادتِ الجاذبيةُ ، لكنْ كلّما ازدادتِ المسافةُ بينَ الأجسامِ قلّتِ الجاذبيةُ . مثلاً، بينَك وبينَ الأرضِ جاذبيةٌ . لكنَّ كتلةَ الأرضِ بالنسبةِ لكَ كبيرةٌ جدّاً بحيثُ أن جاذبيتَها وحدَها هي الّتي يظهرُ تأثيرُها عليك . وقوةُ جذبِ الأرضِ لكَ تُساوي مقدارَ وزنِك . لكنْ لو كنتَ بعيداً عن سطحِ الأرضِ بمقدارِ ضعفِ بعدِك عنها الآنَ ، (أي لو كنتَ على ارتفاعِ أربعةِ آلافِ ميلٍ (٦٤٠٠ كلم) في الجوّ) لنقصَ وزنُك وصارَ ربعَ الوزنِ الحالي .

والقمرُ جرمٌ ضخمٌ ، لكنّهُ صغيرٌ بالقياسِ إلى الأرضِ . وزنُهُ أصغرُ من وزنِ الأرضِ بـ (٨١) إحدى وثمانين مرةً. ولذلك فإنّ قوةَ جذبهِ أقلُّ بكثيرٍ من قوةِ جذبِ الأرضِ ، وهي تبلُغُ (١/٦) سدسَ قوةِ جذبِ الأرضِ .

وهكذا فرائدُ الفضاءِ الذي يمشي على القمرِ يزنُ سدسَ وزنِهِ على الأرضِ . وعندما يقفزُ أثناءَ سيرِهِ على القمرِ يستطيعُ أن يرتفعَ ستةَ أضعافِ

ارتفاعِهِ على الأرض ، وقد اختبرَ روادُ القمرِ كيفَ أنَّ الكرةَ التي تُقذَفُ على القمرِ تقطعُ ستةَ أضعافِ المسافةِ التي تقطعُها على الأرضِ وذلك بسببِ ضعفِ الجاذبيةِ .

أدوارُ القمر



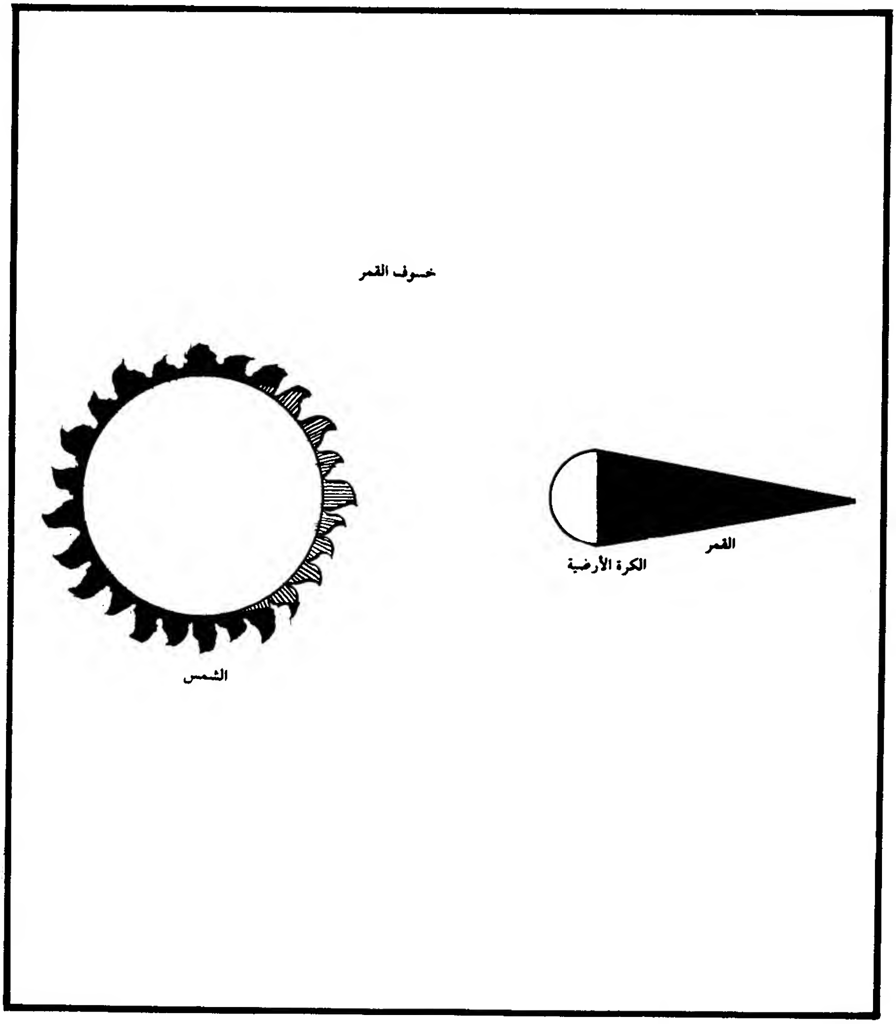
نلاحظُ أنَّ القمرَ يتغيَّرُ كلَّ يومٍ . يبدأُ **هلالاً** صغيراً ثم يكبرُ تدريجياً ، حتى يصبحَ بدراً كاملَ الاستدارةِ . ويتناقصُ بعدَ ذلك حتى يعودَ **هِلالاً** ويغيب. هذه التغيراتُ هي ما يُسمَّى بأدوارِ القمر . والسببُ في هذا التغيِّرِ هو أنَّ القمرَ **لا ينيرُ بنورِهِ الذاتيِّ بل تنعكِسُ عليهِ أشعةُ الشمسِ** . وبما أنَّهُ يدورُ حولَ الأرضِ موجِّهاً نحوَها وجهاً واحداً فإنّنا نرى هذا الوجهَ مظلماً متى كانَ النصفُ الآخرُ الذي لا نراهُ مُضاءً . وعندما يكونُ القمرُ في الجهةِ التي تأتي منها أشعةُ الشمس ، أي إذا كان يقعُ في المنطقةِ التي بينَ الأرضِ والشمسِ ، كان جانبهُ المظلمُ هو الّذي يواجِهُ الأرضَ وبالتالي لا يعكسُ أيَّ

نورٍ . وعندما يكونُ القمرُ مظلماً تماماً يسمى « **بالقمر المُحاق** » . في الليلةِ التاليةِ يكونُ القمرُ قدِ انْتقلَ قليلاً في مدارهِ حولَ الأرضِ فنرى منه حَرْفاً رقيقاً يعكِسُ نورَ الشمسِ ، وهذا ما يُسمّى **بالهلالِ** . وفي كلِّ يومٍ يتّسعُ الهلالُ حتى يصبحَ في وضعيةٍ ترسمُ مع الأرضِ والشمسِ زاويةً قائمةً . وفي هذه الحالةِ نتمكَّنُ من رؤيةِ نصفِهِ مُضاءً ويُقالُ إنه في « **الربعِ الأولِ** » ، لأنه يكونُ قد قطعَ ربعَ مدارِهِ .

يستمرُّ القمرُ في حركتِهِ حتى يصبحَ وجهُهُ المقابلُ للأرضِ مقابِلاً للشمْسِ تماماً ، وعند ذلك نراه في **كامِلِ استدارتِهِ** ويُسمّى في هذه المرحلةِ **بدراً** ، ويكونُ قد قطعَ نصفَ دورتِهِ حولَ الأرضِ . بعد هذه المرحلة تأخُذُ المساحةُ المضيئةُ بالتناقُصِ تدريجِيّاً حتى لا نعودُ نرى غيرَ نصفِهِ ، ويكونُ قد بلغ **الربعَ الأخير** . يستمرُّ القمرُ في التناقصِ حتى يتحولَ **هلالاً** ثم يصبحَ **مُحاقاً** مع نهايةِ دورتِهِ أو نهايةِ الشهرِ القمريّ .

وبحسبِ رؤيتِنا للقمرِ يبدو أنَّه يتأخَّرُ في الظهورِ ليلةً بعد ليلة . ففي المساءِ يمكنُنا أن نرى الهلالَ الرقيقَ الذي يظهرُ بعد المحاقِ مباشرةً . ثم يبدو نصفُ القمرِ في الربعِ الأولِ متأخِّراً في المساءِ . وتمكنُ رؤيةُ نصفِ القمرِ في الربعِ الأخيرِ عالياً في الفضاءِ بعدَ منتصفِ الليلِ وفي الساعاتِ الباكرةِ من الصباحِ بينما تمكنُ رؤيةُ البدرِ طوالَ الليل .

خسوفُ القمَر



عندما يكونُ **القمرُ** في وقتِ **المحاقِ** ، أي من جهةِ الشمسِ ، **يصادِفُ** في أحيانٍ قليلةٍ أن يقعَ مع الشمسِ والأرضِ على خطٍّ واحدٍ . **في هذهِ الحالةِ** يحجبُ القمرُ الشمسَ عن المنطقةِ التي يقعُ ظلُّه عليها ، **ويحدُثُ الكسوفُ** . وعندما يكونُ **الكسوفُ** تامّاً يمكنُ أن نرى النجومَ في النهارِ ، وتُضاءُ الأرضُ بلونٍ مخضرٍ .

أما **الخُسُوفُ** فهو ما يحدُثُ للقمرِ عندما يقعُ في ظلِّ الأرضِ . **ويحدُثُ خسوفُ القمرِ عندما يكونُ** بدراً . وذلك لأنَّهُ يكونُ في الجهةِ الثانيةِ بحيثُ تقعُ الأرضُ بينه وبينَ الشمس . **فإذا صادفَ وقوعُ الأجرامِ الثلاثةِ على خطٍّ واحدٍ حجَبَتِ الأرضُ نورَ الشمسِ عن القمرِ** . ويتحوَّلُ لونُهُ إلى لونٍ أحمرَ ، ويمكنُ أن يستمرَّ الخسوفُ بضعَ ساعاتٍ ، وذلك لأنَّ ظلَّ الأرضِ أكبرُ من القمرِ فيستغرقُ بعضَ الوقتِ كي يخرجَ من دائرةِ الظلِّ ، بينما لا يستمرُّ **كسوفُ الشمس** أكثر من دقائق .

سَطحُ القمَر

عندمَا ننظرُ إلى القمرِ بالعينِ المجرَّدةِ ، نرى على صفحتِهِ ما يشبهُ الوجهَ البشريَّ . فإذا نظرْنا بواسطةِ المِرْقَبِ بَدَتْ لنا هذه الملامحُ **جبالاً ووِدياناً ومساحاتٍ شاسعةً**، ظنَّها العلماءُ في الماضي بحاراً . غيرَ أنَّ **هذه المساحاتِ ليسَتْ بحاراً** ، مع ذلك ما تزالُ تحملُ أسماءَ البحارِ مثلَ « **بحرِ الغيومِ** » و « **بحرِ الهدوءِ** » و« **بحرِ السلامِ** » أو« **بحرِ العواصفِ** » .

على سطحِ القمرِ جبالٌ ووِديانٌ لكنْ ليس فيه مياه.. وهو يختلفُ عن سطحِ الأرضِ لعدمِ وجودِ الهـواءِ وبالتالي عدمِ وجودِ الغيومِ والضبابِ . والرؤ يةُ على سطحِ القمرِ واضحةٌ حادّةٌ بسببِ انعدامِ الـهواءِ . وبالطبعِ كان على روّادِ الفضاءِ حين هبطوا على سطحِ القمرِ أن يتزوّدوا بكلِّ ما يحتاجون إليه من هواءٍ وماءٍ وغذاءٍ .

الجبالُ على القــمرِ مرتفعةٌ جدّاً ، بعضَ قِمَمِها أكثرُ علوّاً من إيفرست أعلى قمةٍ على الأرض . وهناك وِهادٌ أو فوهاتٌ كبيرةٌ ، وهي عبارةٌ عن مساحاتٍ مسطحةٍ تحيطُ بها من كلِّ الجهاتِ جبالٌ مرتفعةٌ . وهذه الفوهاتُ بعضُها صغيرٌ وبعضُها كبيرٌ قد يصِلُ قطرُهُ إلى أكثرَ من مئةِ ميل (١٦٠ كلم) .

وسطحُ القمرِ خشِنٌ لا وجودَ فيهِ لطبقاتٍ من الغُبارِ ، (فالغبارُ على الأرضِ هو نتيجةٌ لعملِ الرياحِ والمِياهِ) . والسيرُ على القمرِ يشبِهُ القفزَ لأنَّ الجاذبيةَ على القمرِ تساوي (١/٦) سدسَ الجاذبيةِ على الأرضِ كما مرَّ معنَا .

وقد قامتِ المركباتُ الفضائيةُ بتصويرِ الجانِبِ الآخرِ من القمرِ (الذي لا يُرى من الأرضِ) وتبيَّنَ أنّه شبيهٌ بالجانِبِ الّذي نراه .

وبما أنَّ القمَرَ يدورُ حولَ نفسِهِ ببط ء شديدٍ بحيثُ يكملُ دورتَهُ حولَ نفسِهِ في المدةِ التي يكملُ فيها دورَتَه حولَ الأرضِ فليس له نهارٌ طولُهُ (١٢) اثنتا عشرة ساعةً كنهارِ الأرض . نهارُهُ يستمرُّ مدةَ نصفِ شهرٍ قمري . ومعنى ذلك أن الوجهَ الذِي يكونُ في النهارِ يتلقّى أشعةَ الشمسِ باستمرارٍ طوالَ (١٤) أربعةَ عشرَ يوماً ونصفِ اليوم . وبما أنّه لا وجودَ، على القمرِ ، للهواءِ وما يحملُهُ من بخارِ الماءِ والغبارِ ، فليسَ هناكَ ما يخفِّفُ حرارةَ الشمس . وفي مناطِقِ القمرِ الاستوائيةِ تبلُغُ الحرارةُ درجةَ غليانِ الماءِ . المنطقةُ المحيطةُ بالقُطْبَيْنِ وحدَها تكونُ أكثرَ اعتدالاً . ثم حينَ يحلُّ الليلُ ، الذي يستمر بدوره نصفَ شهرٍ قمريٍّ ، تنخفضُ الحرارةُ ، ويصبحُ القمرُ أشدَّ برودةً ممّا نعرفُهُ عن القطبينِ الشمالي والجنوبيّ على الأرضِ .

كَمْ عُمْرُ الأرض؟ وكيفَ نشَأت؟



هذا سؤالٌ قد لا يعرفُ الإنسانُ أن يجيبَ عنهُ إجابَةً دقيقةً . وقد تساءَلَ الإنسانُ عن عمرِ **الأرضِ** منذُ العصورِ القديمةِ ؛ ونشأ ، نتيجةً لهذا التساؤل ، العديدُ من الخُرافاتِ والأساطيرِ ، التي تتحدَّثُ عن عمرِ الأرضِ . ولم يتمكّنِ الإنسانُ من بحثِ هذا الموضوعِ بحثاً علمياً إلا مُنْذُ (٤٠٠) أربعمئةِ سنةٍ .

لَمّا تأكّدَ للإنسانِ أنَّ **الأرضَ تدورُ حولَ الشمسِ** (أي أنَّ الأرضَ جزءٌ من المنظومةِ الشمسيةِ) ، عَرَفَ العلماء من أينَ يبدأُ البحثُ . لكنْ لا بدَّ ، **لمعرِفَةِ عمرِ الأرضِ ،من معرفةِ الطريقةِ التي تكوَّنَتْ فيها المنظومةُ الشمسيّةُ** ، أي معرفةُ منشأ الشمسِ والكواكِبِ التي تدورُ حولَهَا .

هناكَ نظريةٌ تحاوِلُ أن تفسرَ كيفيةَ نشوءِ المنظومةِ الشمسيةِ وتُسمّى **الفرضيةَ السديميَّةَ** . ترى هذه الفرضيةُ أنَّ كتلةً هائلةً من الغازِ العظيمِ الحرارةِ

كانَتْ تدورُ على نفسِها في الفضاءِ بشكلٍ دوَّامةٍ . وبنتيجةِ دورانِها كان حجمُها ينقُصُ وحرارتُها تزدادُ . فكانت تقذِفُ حلقاتٍ من الغازِ راحَتْ كلٌّ منها تتكاثفُ لتكوِّنَ كوكباً ؛ أما بقيةُ الكتلةِ فقد تجمَّعَتْ في المركزِ وكوّنتِ الشمسَ .

هناك نظريةٌ ثانيةٌ تفسِّرُ نشوءَ النظامِ الشمسي تُسمَّى **الفرضية الكويكبيّة** . وبناءً على هذه النظريةِ كانت هناك منذ ملايينِ السنين كتلةٌ هائلةٌ مكوَّنةٌ من أجسامٍ صغيرةٍ صلبةٍ تُسمّى **الكويكباتِ** تتوسَّطُها الشمسُ . ثم حَدَثَ أنَّ نجماً عظيماً جذبَ الشمسَ إليه ، لكنَّ أجزاءَ منها تحطَّمَتْ وراحَتْ هذه الأجزاءُ أثناءَ دورانِهَا تجذبُ الجسيماتِ أو الكويكباتِ فتعلقُ بها وتتجمَّعُ حولَها كما يحصلُ حينَ تتدحرجُ كرةٌ من الثلجِ فيعلقُ الثلجُ بها ويزدادُ حجمُها . وهكذا تحوَّلتِ القطعُ المنشطرةُ من الشمسِ إلى كواكِبَ .

وسواءٌ أصحَّتْ هذه الفرضيةُ أم تلك فإن علماءَ الفضاءِ يقدّرون أن ذلك حصل قبلَ (٥,٥٠٠,٠٠٠,٠٠٠) خمسة ملياراتٍ وخمسمئةِ مليونِ سنة . وقد بحثَ مسألةَ عمرِ الأرضِ علماء آخرون ، غيرُ علماءِ الفضاءِ . فدرسوا المدةَ التي تستغرقُها الأرضُ لتصبحَ كما هي الآن ؛ درسوا عمرَ أقدمِ الجبالِ ، والمدةَ التي تحتاجُ إليها **البحارُ** لتجمَعَ ما فيها من أملاحٍ .

بعد دراساتٍ طويلةٍ معقدةٍ وجَدَ هؤلاء العلماءُ أنَّ تقديرَ علماءِ الفلكِ معقولٌ : **أي أنَّ عمرَ الأرضِ حوالى (٥,٥٠٠,٠٠٠,٠٠٠) خمسةِ مليارات وخمسمئة مليونِ سنةٍ .**

هَل تتَغير المسَافة بَين الارض والشمس ؟

هل تعرفونَ لماذا كانَ الصيفُ حارّاً والشتاءُ بارداً ؟ يرجعُ سببُ ذلك إلى **تغيُّرِ وضعيةِ محورِ الأرضِ بالنسبةِ إلى الشمسِ** أثناءَ دورانِ الأرضِ حولَ الشمسِ . هذا تغيُّرٌ يبدو طفيفاً (قليلاً لا يُذكر) إذا فكَّرْنا في بُعدِ المسافةِ بين الأرضِ والشمسِ . مع ذلك فإنّ هذا التغيُّرَ الطفيفَ يكفي لكي يجعلَ **صيفَنا شديدَ الحرارة وشتاءَنا شديدَ البرودةِ** .

فهل تتصوّرونَ ما يحلُّ بالحياةِ لو كانتِ المسافةُ بين الأرضِ والشمسِ تتغيَّرُ تغيُّراً كبيراً ؟ لو ابتعدَتِ الأرضُ عن الشمسِ كثيراً لأصبحتِ الحياةُ مستحيلةً بسببِ البرد . ولو اقتربتْ من الشمسِ لاحترقتِ الكائناتُ من الحرارةِ ! لذلك **فإنَّ المسافةَ بين الأرضِ والشمسِ تبقى دائماً واحدةً تقريباً** . **ومقدارُها حوالى ثلاثةٍ وتسعين مليون ميلٍ (أو مئة وثمانية وأربعين مليون كيلومتر)** . غير أنَّ **مداراتِ الكواكِبِ حولَ الشمسِ ليسَتْ دائريةً تماماً** ، وبالنسبةِ لبعضِ الكواكِبِ الأخرى فإنّ المسافةَ بينها وبينَ الشمسِ تتغيَّرُ تغيُّراً ملموساً خلالَ السنةِ .

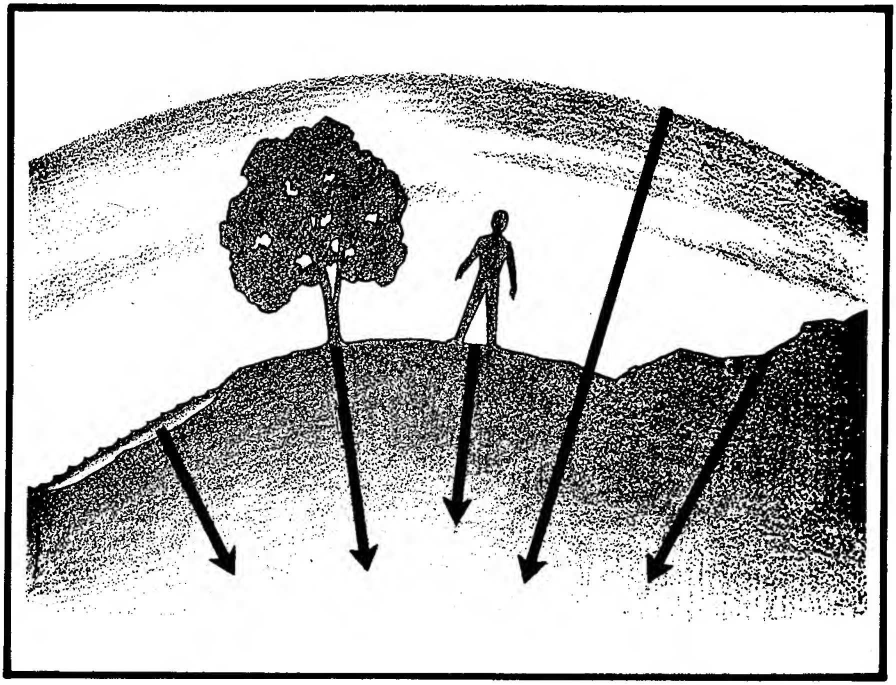
فكوكبُ **عطاردَ** مثلاً ، وهو أقربُ الكواكبِ إلى الشمسِ ، له مدارٌ أقلُّ استدارةً من بقيةِ المداراتِ . وتتغيَّرُ المسافةُ بينَ **كوكَبِ الزّهرةِ والشمسِ** من سبعةٍ وستين مليون ميلٍ إلى ثمانيةٍ وستين مليون ميل .

وكوكبُ المريخِ الذي يلي الأرضَ في البعدِ عن الشمسِ ، يدورُ حولَ

الشمسِ دورةً تستغرقُ (٦٨٧) ستمئة وسبعةً وثمانين يوماً . ويبلُغُ معدَّلُ بعدِهِ عن الشمسِ ، أثناءَ دورانِهِ (١٤١,٧٠٠,٠٠٠) مئةً وواحداً وأربعينَ مليوناً وسبعمئة ألفِ ميلٍ (أو ٢٢٦,٧٢٠,٠٠٠ كيلومتر) .

أما كوكبُ **المُشْتري** الذي يلِي **المريخَ** في البعدِ ، فيشكِّلُ مثالاً للكوكبِ الذي تتغيَّرُ المسافةُ بينَه وبينَ الشمس تغيّراً كبيراً . هكذا لدى الكلامِ على المسافةِ بين الشمسِ وأيِّ كوكبٍ سيّارٍ ، بما في ذلك الأرضُ ، فإنّنا نجدُ رقماً يمثلُ المعدلَ الوسطِيَّ لهذِهِ المسافةِ . وسببُ التغيّرِ الذي يحصُلُ هو جاذبيةُ الكواكِبِ لبعضِهَا البعضِ الآخرِ في نطاقِ المنظومةِ الشمسيَّةِ .

لماذا لا نشعرُ بِدَوران الأرض ؟



قبلَ بضعِ مئاتٍ من السنين ، كانَ الناسُ يعتقدونَ أنَّ الأرضَ ثابتةٌ ، وأنَّ الشمسَ والقمرَ والنجومَ تدورُ حولَهَا . هذا الاعتقادُ ناتجٌ عن **الحركةِ الظَاهِريَّةِ** للكواكِبِ، وعن عدمِ الإحساسِ بدورانِ الأرضِ ؛ واليومَ يمكنُ أن نتساءَلَ لماذا لا تُقذَفُ الأشياءُ ولا مياهُ البحارِ بعيداً عن الأرضِ بسببِ دورانِهَا ؟

نعـرفُ اليومَ أنّ الأرضَ تـدورُ بلا تـوقُّفٍ ، وأنَّ لَهـا حـركتين : تـدورُ حولَ الشمسِ ، وتدورُ حولَ محورِهَا . أما لماذا لا نشعرُ بأيٍّ من الحركتينِ ، فلأنَّنا نتحركُ معَها أو نشكِّلُ جزءاً من حركتِها كما تتحركُ معَها طبقاتُ الجوِّ المحيطةُ بها . والجاذبيةُ هي التي تُبقي كلَّ شيءٍ في مكانِهِ بما في ذلك مـياهُ المحيطاتِ .

نستطيعُ أن نتعرَّفَ إلى دورانِ الأرضِ بملاحظةِ بعضِ المظاهِرِ . فدورانُ الأرضِ حولَ نفسِها هو الذي يسبّبُ تعاقبَ الليلِ والنهارِ . ولو كانتِ الأرضُ ثابتةً لا تدورُ لَبَقِيَ الجانِبُ المواجِهُ للشمسِ في النهارِ ، وبقيَ الجانبُ المعاكسُ في ظلامٍ دائمٍ . غيرَ أنَّ كلَّ نقطةٍ على سطحِ الأرضِ تنتقلُ من الجهةِ المظلمةِ إلى الجهةِ المضاءَةِ دوريّاً كلَّ أربعٍ وعشرينَ ساعةً .

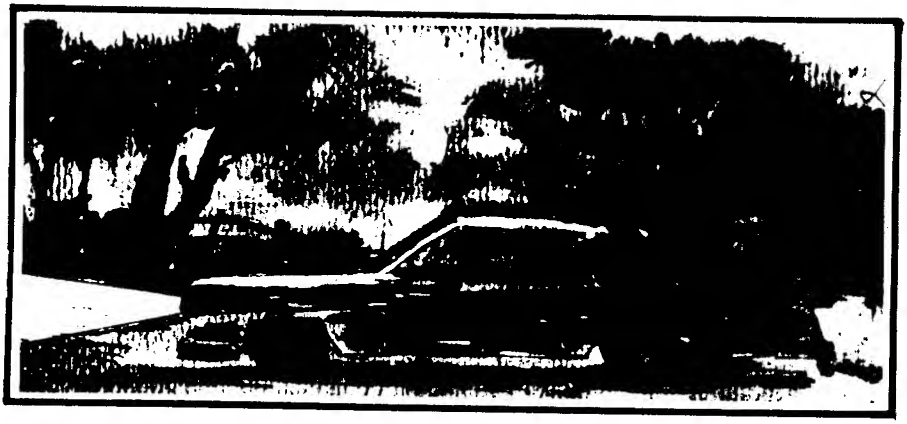
الحركةُ المهمَّةُ الثانيةُ للأرضِ ، أي دورانُها حولَ الشمسِ . لا نحسُّ بها ، مع ذلك لها تأثيرٌ كبيرٌ على حياتِنا . **فهذه الحركةُ حولَ الشمسِ هي التي تسبِّبُ تغيُّرَ الفصولِ** ، وتعرفونَ كم تتغيّرُ حياتُنا بتغيّرِ الفصولِ . هذه الدورةُ حولَ الشمسِ تستغرِقُ (٤/١ ٣٦٥) ثلاثمئة وخمسةً وستين يوماً وربعَ اليومِ ، وهي المدةُ التي نسمّيها سنةً . ومعلومٌ أنّنا نقيسُ المراحلَ التاريخيةَ وطولَ أعمارنا بالسنينِ .

ينتجُ تغيُّرُ الفصولِ عن مَيْلِ محورِ الأرضِ . ويبلُغُ مقدارُ هذا الميلِ أو الانحرافِ عن الوضعِ العموديِّ (٢/١ ٢٣) ثلاثاً وعشرينَ درجةً ونصفَ الدرجةِ . وهكذا فإنَّ كلَّ قطبٍ من القطبينِ يتَّجِهُ نحوَ الشمسِ على مدى نصفِ السنةِ ويميلُ مبتعداً عنها طوالَ النصفِ الآخرِ من السنةِ . وبنتيجةِ ذلك يتلقّى نصفُ الكرةِ الشمالي قدراً أكبرَ من ضوءِ الشمسِ وبالتالي من الحرارةِ

خلالَ (الصيفِ)، بينما يتلقّى مقداراً أقلَّ من الضوءِ والحرارةِ في الأشهرِ الستةِ الباقيةِ ويسودهُ فصلُ البردِ .

وعندما يكونُ القطبُ الشماليُّ في مواجهةِ الشمسِ ، يكونُ القطبُ الجنوبيُّ مبتعداً عنها . ولذلك عندما يكونُ نصفُ الكرةِ الشمالي في مرحلةِ (الصيف) يكونُ نصفُ الكرةِ الجنوبي في مرحلةِ الشتاءِ ، والعكسُ بالعكسِ .

لماذا يتبعنا القمر عندما ننطلق في سيارة؟



عندما ننظرُ إلى القمرِ لا نحسُّ أنَّهُ بعيدٌ جدّاً . مع ذلك فإنّ معدَّلَ بعدِهِ عنِ الأرضِ (٢٣٩,٠٠٠) مئتان وتسعة وثلاثون ألفَ ميلٍ (أو ٣٨٢,٤٠٠ كلم) . وقطرُ القمرِ (٢١٦٠) ألفان ومئةٌ وستون ميلاً (أو ٣٤٥٦ كلم) ، أي أنّهُ أقلُّ من المسافةِ بينَ شاطِئَيْ الوِلاياتِ المتّحدةِ . وعندما ننظرُ إلى القمرِ بواسطةِ مِرقَبٍ يبدو لنا وكأنّه على بعدِ (٢٠٠) مئتي ميل (٣٢٠ كلم) .

وبما أنّ القمرَ يبدو لنا قـريباً وكبيـراً، ننسى أنّ مسافـةَ الـ (٢٣٩,٠٠٠) المئتين وتسعةٍ وثلاثين ألفَ ميلٍ هي مسافةٌ كبيرةٌ . هذه المسافةُ الكبيرة هي السببُ الذي يجعلُنا نحسُّ أن القمرَ يتبعُنا عندما نكونُ منطلقين في سيّارةٍ .

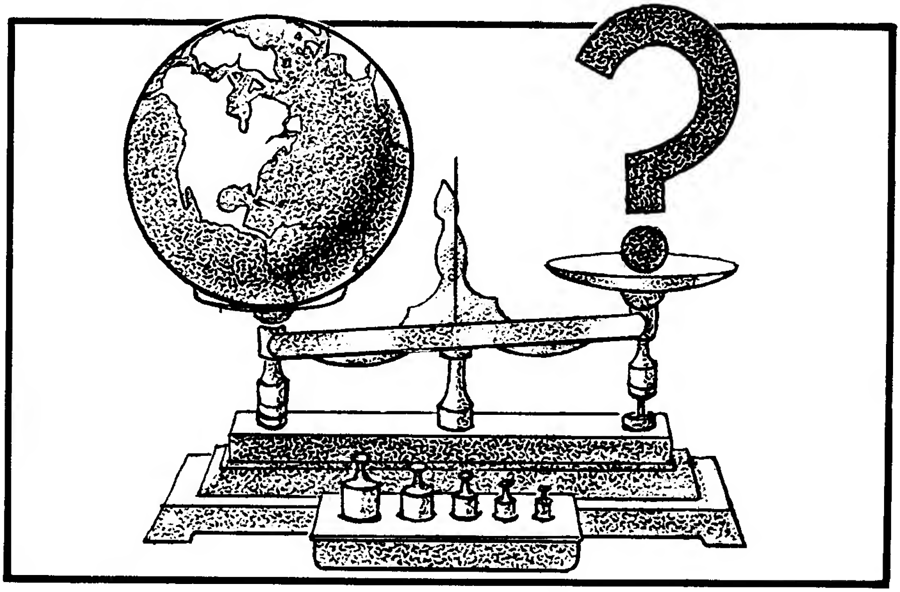
والواقعُ أنّ هذا مجردُ إحساسٍ ، أو ردّ فـعل نفساني . لأنّنا عندما

ننطلقُ بسرعةٍ نرى الأشياءَ كلَّها ، الطريقَ والبيوتَ والأشجارَ والأعمدةَ تتحركُ منطلقةً بالسرعةِ نفسِها ولكنّ بالاتجاهِ المعاكسِ ، وذلك لأنَّنا نتجاوزُها بسرعةٍ .

أما القمرُ ، وهو جزءٌ من المشهدِ الذي نراه ، فنتوقّعُ أن يتحرّكَ مع المشهدِ المحيطِ بنا أو على الأقلِّ أن يتحركَ إلى الوراءِ عندمَا نندفعُ إلى الأمامِ . وعندما تتحركُ عناصرُ المشهدِ كلُّها دفعةً واحدةً ولا يتحرّكُ القمرُ بل يبقى مرئيّاً يتولَّدُ لدينا إحساسٌ بأنَّهُ « **يَتبعُنا** » .

لكن لماذا لا يتحرّكُ القمرُ مع حركةِ المشهدِ ؟ أي لماذا لا نتجاوَزُ القمرَ كما نتجاوزُ البيوتَ والأشجارَ والحقولَ ؟ لأنَّ القمرَ بعيدٌ جدّاً . وإذا قارنّا المسافةَ بيننا وبينَ القمرِ بالمسافةِ التي تجتازُهَا السيارةُ في دقائقَ لبدَتْ مسافةُ القمرِ عظيمةً جدّاً . ولذلك عندما تنطلقُ سيارتُنا وتتقدمُ لا تتغيّرُ الزاويةُ التي نرى خلالَها القمر . بل يمكنُ للسيارةِ أنْ تنطلقَ أميالاً وأميالاً في طريقٍ مستقيمٍ وتبقى الزاويةُ التي نرى منها القمرَ واحدةً تقريباً . وهكذا عندما نرى كلَّ شيءٍ آخرَ يندفعُ مسرِعاً إلى الوراءِ نحسُّ أنّ القمرَ « **يتبعنا** » .

كم وَزنُ الارض ؟



ما دامتِ الأرضُ تسبحُ في الفضاءِ فينبغي ألّا نتصوّر عملية وزنِ الأرضِ شبيهةً بوزنِ الأشياءِ في ميزانٍ . عندما نتكلّمُ عن وزنِ الأرضِ فإنّنا نعني مقدارَ المادةِ الّتي تتكوَّنُ منها ، وهذا ما نسمّيهِ **الكتلةَ**.

كتلةُ الأرضِ تبلُغُ (٦,٦٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠) طن . لكن كيفَ استطاعَ العلماءُ أن يقيسُوا كتلةَ الأرضِ ؟

لمعرفةِ كتلةِ الأرضِ استندَ العلماءُ إلى مبدأ علميٍّ هو **مبدأُ التجاذبِ**

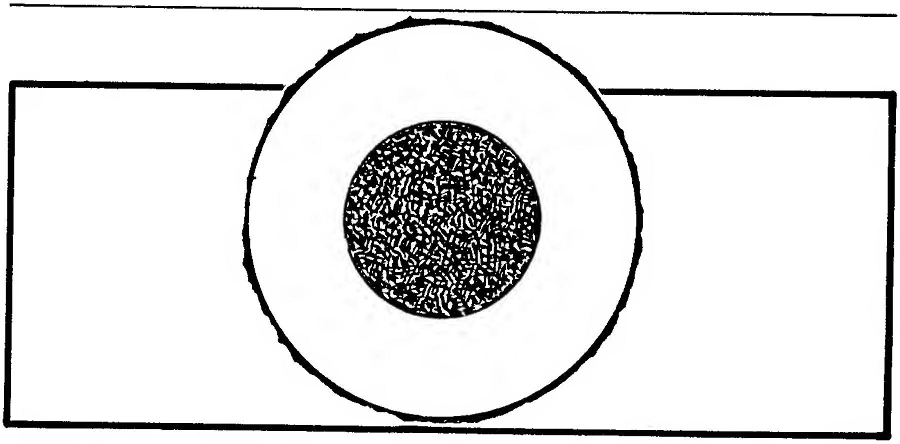
بين أيِّ كتلتينِ . وهذا المبدأُ هو الّذي يفسّرُ قوةَ الجاذبيةِ . وبتعبيرٍ مبسّطٍ ، يبيّنُ قانونُ الجاذبيةِ أنَّ أيَّ جسمين يتجاذبان بقوةٍ تتوقفُ على مقدارِ كتلتيهما والمسافةِ التي تفصلُ بينَهما . وكلَّما كبُرَ الجسمَانِ زادَتْ قوةُ الجاذبية ، وكلّما بعُدَتِ المسافةُ بينَهما نقصت قوةُ الجاذبية .

ولقياسِ كتلةِ الأرضِ أو وزنِها نقومُ بما يلي : يُربَطُ جسمٌ صغيرٌ بخيطٍ ويُترَكُ ليتدلَّى . يقاسُ وضعُ الجسمِ قياساً دقيقاً . ثم يُؤتى بطنٍّ من الرصاصِ ويُقَرَّبُ من الجسمِ الذي يتدلّى من الخيطِ . طنُّ الرصاصِ يجذبُ الجسمَ المعلَّقَ ويسبِّبُ انحرافَهُ عن وضعِهِ السابقِ انحرافاً قليلاً جدّاً (أي مقدارَ جزءٍ من مليونٍ من البوصةِ ، أو جزءينِ ونصف من مليونٍ من السنتمتر ؛ وهذا يعني أنّ القياسَ يجبُ أن يكونَ دقيقاً جدّاً) .

بعد ذلك يقدرُ العلماءُ ، بواسطةِ عملياتٍ حسابيةٍ ، أن يعرفوا وزنَ الأرضِ . فقد وزنوا قوةَ جذبِ الأرضِ للجسمِ الصغيرِ المُعَلَّقِ ، وقاسوا قوةَ جذبِ طنِّ الرصاصِ للجسمِ نفسِهِ. والنسبةُ بين القوتين متى حُسِبَتْ تشكِّلُ وزنَ الأرض .

مِمَّ تتكوّنُ كتلةُ الأرضِ ؟ هناكَ **القشرةُ** المكوَّنةُ من الصخورِ الصلبةِ ؛ وتحتَ هذه القشرةِ طبقةٌ اسمها **الغطاءُ** وهي أيضاً مكوَّنةٌ من صخورٍ صلبةٍ ، ويبلُغُ عمقُها ألفاً وثمانمئة ميلٍ (٢٨٨٠ كلم) . ثم يأتي **باطنُ الأرضِ** وهو **المركزُ أو الجوفُ** ، ويبلُغُ نصفُ قطرِهِ ألفين ومئة ميل (٣٣٦٠ كلم) . والمادةُ داخلَ هذا الجوفِ سائلةٌ بسببِ الحرارةِ الشديدةِ في مركزِ الأرضِ .

كيفَ نعرفُ ما في جوفِ الأرض ؟



ما دامَ العلماءُ لا يستطيعونَ أن يخترقوا الأرضَ ليصلوا إلى جوفِها ، ولا يستطيعونَ أن يُرسلوا الآلاتِ لفحصِها كان لا بدَّ من إيجادِ وسائلَ لاكتشافِ هذا الجوفِ والتعرفِ إلى طبيعتِه .

من هذه الوسائلِ دراسةُ الاندفاعاتِ البركانيةِ ، لأنَّ هذه الاندفاعاتِ تقذفُ بالغازاتِ الحارَّةِ والصخورِ الذائبةِ إلى سطحِ الأرضِ ، مما يدلُّ على أنَّ باطنَ الأرضِ حار . وهناك طريقةٌ ثانيةٌ لدراسةِ جوفِ الأرضِ هي الزلازلُ . فالزلازلُ تعطي ما يشبهُ الصورةَ الشعاعيةَ (صورة أشعةِ إكس) عن باطنِ الأرض .

عندما تحدُثُ الزلازلُ تنتشرُ أمواجُ اهتزازٍ من أنواعٍ مختلفةٍ وتعبُرُ الصخورَ في كلِّ الاتجاهاتِ . وتُعرَفُ هذه بالأمواجِ الزلزاليةِ . تنتشرُ هذه

الأمواجُ بدرجاتٍ مختلفةٍ من السرعةِ بحسبِ تركيبِ الموادِّ التي تعبُرها . كما أن اتجاهَها يتغيّرُ عندما تنتقلُ من نوعٍ معينٍ من الصخورِ إلى نوعٍ آخر . والعلماءُ يقومون بدراسةِ هذه الأمواجِ وتغيّراتِها بواسطةِ أجهزةٍ دقيقةٍ جدّاً لكي يجمعوا المعلوماتِ عن باطنِ الأرضِ .

وقد لاَحَظَ العلماءُ أنَّه على عمقِ ألفٍ وثمانمئة ميلٍ يحدُثُ تغيّرٌ فجائيٌّ في حركةِ الأمواجِ الزلزالية . فمن هذه الأمواجِ ما يغيِّرُ اتجاهَهُ ومنها ما يتوقَّفُ نهائياً مما يدلُّ على وجودِ تغيّرٍ كبيرٍ في مادةِ الأرضِ على ذلك المستوى من العمق .

وأمواجُ الاهتزازِ الصادرةُ عن هزةٍ أرضيةٍ واحدةٍ تصلُ إلى عدةِ مواقعَ زلزاليةٍ في أوقاتٍ مختلفةٍ . بعض هذا الاختلافِ ناتجٌ عن طبيعةِ المادةِ التي تعبُرُها الأمواجُ أثناءَ انتشارِها . وهذا أيضاً يساعدُ على معرفةِ المادةِ الموجودةِ في باطنِ الأرضِ .

هذه الآنَ فكرةٌ موجزَةٌ عن ا لموادِّ التي يتكوَّنُ منها باطنُ الأرض ؛ الطبقةُ العُليا أو **القشرةُ** مكوّنةٌ من **الصخورِ الصلبةِ** . وتبلغُ سماكتُها عشرين إلى ثلاثين ميلاً (٣٢ إلى ٤٨ كلم) تحت سطح اليابسةِ ، وثلاثة أميال (٤,٨ كلم) تحت قعرِ المحيطاتِ .

تحتَ الطبقةِ العُليا تقعُ طبقةُ **الغطاءِ** ، وهي أيضاً مكونةٌ من الصخورِ الصلبةِ . وتمتدُّ إلى عمقِ ألفٍ وثمانمئة ميل (٢٨٨٠ كلم) . و أخيراً **جوفُ الأرضِ** أو المركز . وهذا الجوفُ مكوّنٌ بدورِهِ من طبقتينِ: **الجوفُ الخارجي السائلُ** وهو من مادَّتَيْ الحديدِ والنيكل . وداخلَ هذه الطبقة يوجَدُ المركزُ أو **الجوفُ الداخليُّ** وهو مكوَّنٌ من نواةٍ من المعدنِ الصلبِ يبلُغُ نصفُ قطرِها (أي بعدُ محيطِها عن نقطةِ المركزِ) ألفاً وستمئة ميل (أو ٢٥٦٠ كلم) .

ما سببُ الحرارةِ في جوفِ الأرض؟

سطحُ الأرضِ مغطىً بقشرة من الصخورِ تبلُغُ سماكتُها بين (١٠) عشرة أميال و (٣٠) ثلاثين ميلاً (أو ١٦ ـ ٤٨ كلم). فإذا بدأنا نهبطُ في غورِ هذه القشرةِ وجَدْنا أن الحرارةَ تأخذُ في الازديادِ.

كلما انخفَضْنا (٦٠) ستين قدماً (أي ما يقارِبُ عشرين متراً) **ارتفعتِ الحرارةُ** درجةً واحدةً فهرنهايت (أو أكثر من نصفِ درجةٍ مئويةٍ بقليل). وعندما نصبحُ على عمقِ ميلين (٣٢٠٠ م) تحتَ سطحِ الأرضِ ترتفعُ درجةُ الحرارةِ إلى درجةِ غليانِ الماء! ولو كان باستطاعتِنا أن نحفرَ الأرضَ حتى نصلَ إلى عمقِ (٣٠) ثلاثين ميلاً (٤٨ كلم) فإن درجةَ الحرارةِ تصبحُ (٢,٢٠٠) ألفين ومئتي درجةٍ فهرنهايت (أي ١٢٤٤ درجة مئوية)، وهي حرارةٌ تكفي لصهرِ الصخورِ. أمّا في مركزِ الأرضِ فيقدّرُ العلماءُ درجةَ الحرارة بـ (١٠,٠٠٠) عشرةِ آلافِ درجةٍ فهرنهايت (أو ٥٥٥٠ درجة مئوية).

تنقسِمُ القشرةُ الأرضيةُ إلى طبقتينِ: **الطبقةُ العليا** التي تشكّل القاراتِ تتكوّنُ من حجرِ الجرانيت (أو الصوّانِ)، وتحتَ طبقةِ الجرانيت تقومُ طبقةٌ سميكةٌ من حجرٍ أسودَ شديدِ الصلابةِ يُدعى «**بازالت**» (وهو من نوعِ الحجرِ البركاني). هذه الطبقةُ تحملُ القاراتِ وتشكلُ أحواضَ المحيطاتِ.

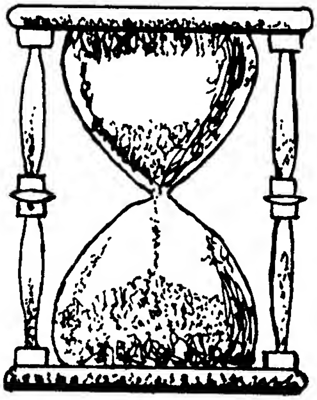
أما **جوفُ الأرض فهو كما رأينا يتكوّنُ من الحديدِ والنيكل**.

لماذا كانَ جوفُ الأرضِ حارّاً إلى هذه الدرجةِ؟ أحدثُ النظرياتِ

العلميةِ هي التي تقولُ إنَّ الأرضَ والشمسَ كانتا متصلتين بشكلٍ ما . ومعظمُ العلماءِ يعتقدُ أن الأرضَ كانت كتلةً شديدةَ الحرارة من الغازِ والسائلِ ، وربما من جسيماتٍ صلبةٍ تدورُ كالدّوامةِ على نفسِها وتدورُ حولَ الشمسِ . وبمرورِ السنين أخذ سطحُها يتبرَّدُ وبدأت كتلتُها تتقلّصُ وتنكمِشُ . وبفعلِ الدورانِ بدأَ شكلُها يتخذُ شكلاً كُرَوِيّاً .

لمّا بدأتِ الأرضُ تتبرّدُ تكونَتْ على سطحِها قشرةٌ صلبةٌ . ولا نعرفُ الوقتَ الذي استغرقَتْهُ القشرةُ حتى تكوَّنَتْ . لكن تحتَ هذه القشرةِ ظلَّ جوفُ الأرضِ حاراً ، وما يزالُ كذلك حتى أيامِنا هذه .

لماذا كان النهار أربعاً وعشرين ساعة ؟



السببُ الذي جعلَ النهارَ ينقسِمُ إلى أربعٍ وعشرين ساعةً يرجعُ إلى الإنسان . الإنسانُ هو الذي ابتكرَ هذا التقسيمَ .

فليس في الطبيعةِ أو الكونِ أيُّ حدثٍ أو أيُّ شيءٍ اسمُهُ ساعاتٌ ودقائقُ . هذه التقسيماتُ اصْطَلَحَ عليها الانسانُ لأغراضِهِ العمليّةِ . لكنَّ في الطبيعةِ حَدَثاً يتعلَّقُ بما نسميهِ « **يوماً** » وبانقسامِهِ إلى « **ليلٍ** » و« **نهارٍ** » . هذا الحدثُ الذي ينتُجُ عنه « **اليومُ** » هو **دورانُ الأرضِ حولَ نفسِها من الغربِ إلى الشرقِ** . فكلَّما أكملتْ **دورةً واحدةً** حولَ نفسِها تكونُ قد مرَّتْ مدةٌ زمنيةٌ محدَّدَةٌ . **هذه المدةُ هي ما نسميهِ « يوماً »** .

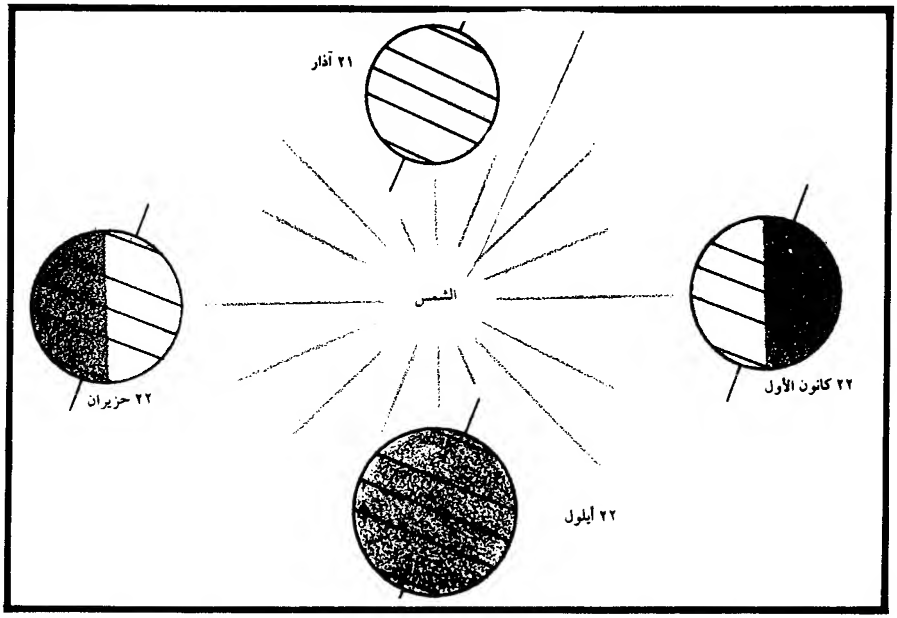
والعلماءُ يستطيعُونَ أن يقيسوا هذه المدةَ قياساً دقيقاً ، وهم يستعينون بالنجومِ لتحقيقِ ذلك . وفي المراصدِ ساعاتٌ خاصةٌ لذلك إسمُها « **الساعاتُ النجميةُ** » . « **النهارُ النجمي** » يبدأُ لحظةَ يقطعُ نجمٌ ما خطّاً من خطوطِ الطولِ ، ويستمرُّ حتى يعودَ النجمُ نفسُهُ ليقطعَ هذا الخطَّ نفسَهُ مرةً ثانيةً .

وبما أنّ الانسانَ قد جزّأَ النهارَ إلى ساعاتٍ ودقائقَ وثوانٍ فبإمكانِنَا أن نحدّدَ طولَ « **النهارِ النجمي** » . يبلُغُ طولُ النهارِ النجمي (**٢٣**) ساعةً و(**٥٦**) دقيقةً و(**٤,٠٩**) ثوان . لكنَّ اعتمادَ هذا المقياسِ في الحياةِ اليوميةِ العمليةِ صعبٌ ومعقَّدٌ ؛ لذلك نعتبرُ النهارَ (**٢٤**) أربعاً وعشرين ساعةً . أما الفارقُ الزمنيُّ الذي يتجمَّعُ من هذه الإطالةِ الطفيفةِ للنهارِ فهو اليومُ الذي يُضافُ كلَّ أربعِ سنواتٍ إلى **السنةِ الكبيسةِ** .

كان اليومُ بالنسبةِ إلى القدامى هو المدةُ الواقعةُ بين شروقِ الشمسِ وغروبِها . ولم تكن ساعاتُ الليلِ تُحسَبُ . أما اليونانُ فكانوا يحسبون اليومَ من الغروبِ إلى الغروبِ . والرومانُ كانوا يحسبونَ اليومَ من منتصفِ الليلِ إلى منتصفِ الليلِ التالي .

قبلَ اختراعِ الساعةِ كان كلٌّ من الليلِ والنهارِ ينقسمُ إلى (١٢) ساعة . ولم يكنْ هذا التقسيمُ عمليّاً لاختلافِ طولِ الليلِ والنهارِ بحسبِ الفصولِ . واليومَ تعتمدُ معظمُ الدولِ ، بموجبِ القانونِ ، يوماً يمتدُّ (**٢٤**) ساعةً ويبدأ من منتصفِ الليلِ إلى منتصفِ الليلِ التالي تبعاً للطريقةِ الرومانيةِ .

مَا سَبَبُ اختلافِ الفصول ؟



تساءَلَ الانسانُ منذُ القديمِ عن سببِ تغيُّرِ الفصول . لماذا يحلُّ الدفءُ مع الصيفِ ، ويأتي الشتاءُ بالبردِ ؟ ولماذا يتزايدُ طولُ النهارِ في الربيعِ ؟ ولماذا تطولُ ليالي الشتاءِ ؟!

نعرفُ أنَّ الأرضَ تدورُ حولَ الشمسِ ، وفي الوقتِ نفسِهِ تدورُ حولَ نفسِها أو على محورِها . وعندما تدورُ حولَ الشمسِ تدوّم كالخُذروف أو البلبل . ولو كان محورُ الأرضِ (وهو الخطُّ الوهميُّ الذي يخترقُ الأرضَ من القطبِ الشماليِّ

إلى القطبِ الجنوبي) عموديّاً على مدارِ الأرضِ حولَ الشمسِ ، أي يتقاطَعُ معَهُ ليشكِّلَ زاويةً قائمةً ، لما كانت هناك فصولٌ ولكانَ الليلُ والنهارُ متساويَيْنِ على مدارِ السنة .

غير أنَّ محورَ الأرضِ مائلٌ . وسبَبُ هذا الميلِ مجموعُ القِوى التي تؤثِّرُ في الأرضِ . أوّلُ هذه القِوى جاذبيةُ الشمسِ ، والثانيةُ هي جاذبيةُ القمرِ ، والقوةُ الثالثةُ متولدَةٌ عن دورانِ الأرضِ حولَ نفسِها . (لاحِظِ الخذروفَ أو البلبلَ ، عندما يدورُ حولَ نفسِهِ ، تجدْ أنّ محورَه يميلُ) . ونتيجةً لهذِهِ القوى جميعاً تتحركُ الأرضُ في مدارِها حولَ الشمسِ في وضعيةٍ مائلةٍ . وتحافظُ على هذا الميلِ طوالَ السنةِ ، وهكذا يبقى محورُ الأرضِ في وضعيةٍ واحدِة متَّجهاً نحوَ نجمِ الشمالِ ولذلك يُسمّى هذا النجمُ بنجمِ القطبِ .

هذا يعني أنّ القطبَ الشماليَّ يميلُ باتجاهِ الشمسِ في قسمٍ من السنةِ ويكونُ ميلُهُ معاكِساً لاتجاهِ الشمسِ في قسمٍ آخرَ . وبسببِ هذا الميلِ نحو الشمسِ تسقطُ أشعةُ الشمسِ عموديةً على المناطِقِ الواقعةِ شماليَّ خطِّ الاستواءِ فيسودُ في شمالي الكرةِ فصلُ الحرارة ؛ وفي أوقاتٍ محدّدةٍ من السنةِ تكونُ أشعةُ الشمسِ عموديةً على خطِّ الاستواءِ . ويحدُثُ هذا في الربيعِ والخريفِ . وفي قسمٍ آخرَ من السنةِ تكونُ أشعةُ الشمسِ عموديةً على المناطقِ الواقعةِ جنوبي خطِّ الاستواءِ ، وفي هذه الحال يسودُ فصلُ الحرارةِ نصفَ الكرةِ الجنوبي .

هذا الاختلافُ في اتجاهِ أشعةِ الشمسِ نحو مناطقِ الأرضِ هو الذي يسبّبُ اختلافَ الفصولِ بين مناطِقِ الكرةِ الأرضيةِ .

وباختصارٍ ، عندما يميلُ نصفُ الكرةِ الشمالي نحوَ الشمسِ يسودُهُ فصل

الصيفِ وتكونُ مناطقُ نصفِ الكرةِ الجنوبي في الشتاءِ . وعندما تسقُطُ أشعةُ الشمسِ عموديةً على نصفِ الكرةِ الجنوبيِّ يحلُّ فيها **الصيفُ** ويكونُ نصفُ الكرةِ الشمالي **في الشتاءِ** . وأطولُ نهارٍ في السنةِ يشيرُ إلى ما يُسمّى « **بالانقلاب الصيفي** » وأقصرُ نهارٍ في السنةِ يشيرُ إلى ما يُسمّى « **بالانقلاب الشتويّ** » .

وهناكَ يومانِ في السنةِ يتساوى فيهما الليل والنهارُ في نصفي الكرةِ الأرضيةِ على السواءِ . وهما يشيرانِ إلى فصلَيْ الربيعِ والخريفِ ويقعانِ في منتصفِ المدةِ الفاصلةِ بين الانقلابينِ **الشتوي والصيفي** . يُدعى اليومُ الذي يعيّن بدءَ الربيعِ « **بالاعتدالِ الربيعي** » ، ويجيءُ في ٢١آذار/مَارس . ويُدعى اليومُ الذي يعيِّنُ بدءَ الخريفِ « **بالاعتدالِ الخريفي** » ويجيءُ في ٢٣ أيلول/ سبتمبر .

مِمَّ تتكوَّنُ الأرض ؟

غزا الإنسانُ القمرَ ، وهو يستعدُّ لغزوِ بقيةِ الكواكِبِ واستكشافِها ، لكنّه حتى الآنَ ، لا يعرفُ بالضبطِ مِمّا تتكوَّنُ الأرضُ !

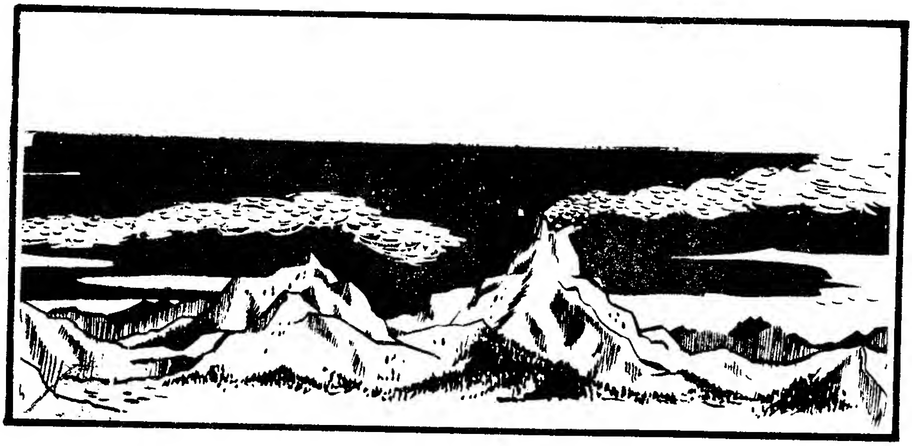
لذلك فإنَّ جوابَنا على هذا السؤالِ سوفَ يأْتي إجماليّاً ، بل تقريبيّاً ، بالنسبةِ إلى بعضِ الأمورِ : **الأرضُ كرةٌ ضخمةٌ** ، مكـوَّنةٌ **في معظمِها من الصخورِ** . **باطنُ الأرضِ صخورٌ منصَهِرَةٌ** ، أما القشرةُ الخارجيّةُ فمكوَّنةٌ من صخورٍ صلبةٍ . تغطّي المياهُ أكثرَ من ثلثَيْ سطحِ الأرضِ بينما تقلُّ مساحةُ اليابسةِ عن ثلثِ سطحِ الأرضِ .

تبلُغُ سماكةُ القشرةِ الخارجيةِ الصخريةِ بينَ (١٠) عشرةِ أميالٍ (١٦ كلم) ، و(٣٠) ثلاثين ميلاً (٤٨ كلم) . هَذِهِ القشرةُ تُسَمّى « **اليابسةَ** » . الأجزاءُ المرتفعةُ من القشرةِ أو اليابسةِ تُسَمَّى **القاراتِ** ، والأجزاءُ المنخفضةُ تستوعِبُ مياهَ المحيطاتِ والبحارِ والبحيراتِ والأنهارِ وسائرِ المجاري المائيةِ ، وتسمّى هذه الأجزاءُ **بالغلافِ المائي** . وقد استطاعَ الانسانُ أن يدرسَ الأقسامَ الظاهرةَ أو العُليا من القشرةِ الصخريةِ الظاهرةِ ، لكنْ ما يزالُ من الصعبِ دراسةُ باطنِ الأرضِ دراسةً مفصَّلةً . طبعاً ساعدَ حفرُ الآبارِ والمناجِمِ على معرفةِ بعضِ المعلوماتِ عن باطنِ الأرضِ . وقد تبيَّنَ أنَّه **كلما انخَفَضْنَا في باطنِ الأرضِ ارتفعتِ الحرارةُ** ، حتى أنّها تبلُغُ درجةَ غليانِ الماءِ على عمقِ ميلين فقط . لكنَّ العلماءَ يعتقدونَ أن الحرارةَ لا تتزايدُ بهذِهِ السرعةِ إلاّ على مستوى القشرةِ ، مع ذلك

يقدِّرونَ درجَةَ الحرارةِ في مركزِ الأرضِ بعشرةِ آلافِ درجة فهرنهايت (٥٥٥٠ درجة مئوية) . وهي حرارةٌ مرتفعةٌ جدّاً ، لأنَّ الصخورَ نفسَها تنصهرُ في درجةِ (٢٢٠٠) ألفين ومئتي درجة فهرنهايت (١٢٢٠ درجة مئوية) .

رأينَا أنّ القشرةَ الأرضيةَ مؤلفةٌ من طبقتين : الطبقةُ العليا التي هي عبارةٌ عن القاراتِ مكوَّنةٌ من صخورِ الجرانيت (الصوّانِ) ، وتحتَها طبقةٌ مكونةٌ من البازالتِ (أو الحجرِ البركاني) . ويعتقدُ العلماءُ أنَّ مركزَ **الأرضِ** مكوَّنٌ **منَ الحديدِ المنصهرِ** ؛ أمّا الطبقةُ التي أسميناها « **الغطاءَ** » والتي تمتدُّ على عمقِ (٢,٠٠٠) ألفي ميل (٣٢٠٠ كلم) فربما كانت من صخورٍ تُدعى الزبرجدَ الزيتوني .

كيفَ تكوَّنت الجبال ؟



عندما ننظرُ إلى الجبالِ في ضخامتِها وارتفاعِها قد نظنُّ أنَّها لا تتغيَّرُ وأنها تبقى إلى الأبدِ . غيرَ أنَّ علماءَ الجيولوجيا (وهم العلماءُ الذين يهتمّون بدراسةِ الجبالِ والقشرةِ الأرضيةِ إجمالاً) يبرهنون على أنَّ الجبالَ تتغيّرُ وأنَّها لا تبقى على حالِها إلى الأبدِ .

هناكَ تغيّراتٌ حدَثَتْ في القشرةِ الأرضيةِ فظهَرَتْ بنتيجتِها الجبالُ ، وما تزالُ الجبالُ حتى اليومَ تتعرَّضُ لعملياتِ التآكُلِ والحتِّ التي تُفنيها ، كما لا تزالُ معرَّضةً للتغيُّرِ . فالمِياهُ التي تتجمَّدُ على سفوحِ الجبالِ تحطِّمُ الصخورَ ؛ والجداولُ والسيولُ تجرفُ عن السفوحِ الأتربةَ والحجارةَ . ومع مرورِ الزمَنِ يَتحوَّلُ أعلى الجبالِ إلى تلالٍ أو سهولٍ .

يصنِّفُ الجيولوجيونَ الجبالَ إلى أربعِ زمرٍ ، بحسبِ كيفيةِ نشوئِها . الجبالُ كلُّها ، مع ذلك ، هي نتيجةُ تغيُّراتٍ عنيفةٍ في القشرةِ الأرضيةِ ، حدَثَتْ في معظمِها منذُ ملايينِ السنين .

الجبالُ الالتوائيةُ هي عبارةٌ عن طبقاتٍ من الصخورِ تعرَّضتْ لضغطٍ شديدٍ فالْتَوَتْ مكوِّنَةً طيّاتٍ ضخمةً . وفي مثلِ هذهِ الجبالِ يمكنُ أن تُشاهَدَ طبقاتُ الصخورِ وقد الْتَوَتْ صعوداً وهبوطاً مكوِّنَةً أقواساً وانحناءاتٍ بنتيجةِ الضغطِ الذي تعرَّضَتْ له القشرةُ الأرضية . ومن الأمثلةِ على الجبالِ الالتوائيةِ : سلسلة جبال الأطلس في المغرب العربي ، وجبال الأبالاش وجبالُ الألبِ في أوروبا ، وسلسلةُ جبالِ لبنانَ.

الجبالُ المقبَّبَةُ ، تُدفَعُ طبقاتُ الصخورِ لتكوينِ بروزٍ يشبهُ القبةَ. وفي كثيرٍ من هذه الجبالِ يكونُ سببَ البروزِ حممٌ ذائبةٌ تندفعُ من باطنِ الأرضِ في اتجاهِ السطحِ بضغطٍ عظيمٍ وترفعُ طبقاتِ الصخور . ومن الأمثلةِ على هذه الجبالِ المقبّبةِ جبل الدروزِ في سوريا وجبال« بلاك هيلز » أو « التلال السوداء » في جنوبي داكوتا .

الجبالُ الانهداميةُ هي نتيجةُ انكسارٍ أو صدوعٍ في القشرةِ الأرضيةِ . إذ ترتفعُ مساحاتٌ شاسعةٌ من سطحِ الأرضِ كتلةً واحدةً أو تلتوي دفعةً واحدةً فيحدُثُ التصدُّعُ أو الانكسار الذي يصيب القشرةَ الأرضية . من الأمثلة على هذه الجبال سلسلة سييرا نيفادا في كاليفورنيا بالولايات المتحدة .

أما الجبالُ البركانيةُ فترتفعُ نتيجةً لتجمُّعِ الحمَمِ والاندفاعاتِ التي يقذفُها البركانُ من باطنِ الأرضِ . والجبلُ البركانيُّ يكونُ عادةً **مخروطيَّ الشكلِ** له فوهةٌ واسعةٌ في قمتِهِ . من أشهرِ الجبالِ البركانيةِ جبلُ فوجي ياما في اليابان وجبلُ

فيزوف في إيطاليا وقمةُ « النّبي شعيب » جنوبي غربي صنعاء ، وجبلُ سيروا في المغرب وجبلُ هود في الولاياتِ المتّحدة .

من أوضحِ الأمثلةِ على هذِهِ الجبالِ ، المرتفعاتُ الّتي تكوّنتْ على جانِبَيْ حفرةِ الانهدامِ أو أخدودِ البحرِ الأحمرِ . وهو خطٌّ انهداميٌّ يمتدُّ جنوباً في أفريقيا ويمتدُّ شمالاً مارّاً بخليجِ العقبةِ وغَوْرِ فلسطينَ ويستمرُّ عبْرَ سوريا ولبنان حتّى جبالِ طوروس . وعلى حوافي هذا الأخدودِ ترتفعُ الجبالُ ، كهضبةِ اليمنِ التي يتراوحُ ارتفاعها بين ٢٥٠٠ م و ٣٠٠٠ متر . وإلى الشمالِ منها جبالُ السَّراةِ في عسير . ومن الجبالِ التي ترتفعُ حولَ هذا الأخدودِ الانهداميِّ جبالُ الجليلِ في فلسطين وجبالُ لبنانَ الغربيةُ والشرقيةُ في لبنانَ ثم جبالُ العلويين وجبالُ الأمانوس في سوريا . والجبالُ الانهداميّةُ يشتدُّ انحدارُها في اتجاهِ الأخدودِ بينما تنحـدرُ انحداراً تدريجيّاً من الجهةِ المقابلةِ . وإذا كان البحرُ الأحمرُ جزءاً من الأخدودِ في الجنوبِ فإنَّ القسمَ الشماليَّ من هذا الأخدودِ الانهداميِّ يشكِّلُ سهولاً خصبةً كسهلِ الغورِ في فلسطينَ وسهلِ البقاعِ في لبنانَ وسهولِ حمص وحماه وسهلِ الروجِ في سوريا .

وهناكَ العديدُ من سلاسلِ الجبالِ قد نشأَتْ بأكثرِ من طريقةٍ واحدةٍ من الطرقِ التي ذكرناها . فجبالُ روكيز (أو الجبال الصخرية) قد تكوَّنَتْ عن طريقِ الالتواءِ والانهدامِ والتقبُّبِ بل فيها جبالٌ بركانيةٌ . وقد ذكرنا كيف أنّ جبالَ لبنانَ الشرقيةَ والغربيةَ قد نشأَتْ بالالتواءِ ثم تعرَّضَتْ للانهدامِ .

هَل كانتِ القاراتُ متصلة ؟



أُنظُرْ إلى خارطةِ العالمِ ، وتأمَّلْ قارتَيْ أفريقيا وأميركا الجنوبيةِ . هل تلاحظُ كيفَ يبرزُ الجزءُ الأيمنُ أوِ الشرقيُّ من جنوبي أميركا حيثُ تقومُ بلادُ البرازيلِ ، وما يقابلُ ذلك من تجويفٍ في الجهةِ اليُسرى أو الغربيةِ من أفريقيا ؟ ألا يبدو لك إمكانُ انطباقِ القسمَيْنِ وتداخلِهما بحيثُ يكوّنانِ قارةً واحدةً ؟!

هذا ما بدا لعالِمٍ ألمانيٍّ يُدْعى « آلْفرِد ويغنر » منذ خمسينَ عاماً . وقد كتبَ : « إنَّ من يتفحَّصْ شاطئَيْ المحيطِ الأطلسي المتقابِلَيْنِ لا بدَّ أن يدهشَ للتّشابُهِ بينَ الخطَّيْنِ الساحِليَيْنِ للبرازيلِ وأفريقيا . كلُّ بروزٍ أو رأسٍ في الساحِلِ البرازيلي يقابِلُهُ تجويفٌ أو خليجٌ في الساحِلِ الأفريقي » .

وقد عَلمَ « ويغنر » أنّ علماءَ التّاريخِ الطبيعي كانوا يدرسونَ النباتاتِ والحيواناتِ المنقرضة التي ظهَرَتْ ما قبلَ التاريخِ في المنطقتينِ ووجدوا تشابهاً

في أشياءَ كثيرةٍ . فجاءَ هذا ليقنع « ويغنر » بأنّ القارتين كانتا ملتصقتَيْنِ ثم حصلَ انهدامٌ وتباعدتَا مع الزمَنِ .

وهكذا وضعَ نظريةً دعاها نظريةَ « **زَحفِ القاراتِ** » . وترى هذه النظريةُ أنَّ كتلَ اليابسةِ أو الكتلَ القاريةَ كانَتْ يوماً متصلةً تشكِّلُ قارةً واحدةً . وكانَتْ هُناكَ أنهارٌ وبحيراتٌ وبحارٌ داخليةٌ . ثم بدأَتْ هذِهِ الكتلةُ القاريةُ تتشقَّقُ لأسبابٍ غيرِ معروفةٍ . فزحَفَتْ أميركا الجنوبيةُ مبتعدةً عن أفريقيا . وزحَفَتْ أميركا الشماليةُ مبتعِدَةً عن أوروبا الغربيةِ . وبهذِهِ الطريقةِ تكوّنَتِ القاراتُ الّتي نعرِفُها اليوم .

هل تكوّنَتِ القاراتُ كما يقولُ « ويغنر » ؟ إنّنا لا نملكُ جواباً قاطعاً . إنّها مجردُ نظريةٍ . لكن عندما ننظرُ إلى الخريطةِ نرى دلائلَ تؤيدُها . كما أنّ دراسةَ الحيواناتِ والنباتاتِ في عصورِ ما قبلِ التاريخِ تشيرُ إلى إمكانِ صحتِهَا . كما أنّ قشرةَ الأرضِ ما تزالُ تزحفُ حتّى أيامِنا هذِهِ . وإذَنْ ، ربما كانَ « ويغنر » مُصيباً .

كيفَ تكوّنتِ المحيطات ؟

ما زِلْنا نجهلُ أموراً كثيرةً تختصُّ بكوكبِنا الأرضيّ ، ومن هذِهِ الأمورِ كيفيةُ نشوءِ المحيطاتِ .

والواقِعُ أنّنا لا نَعْرِفُ بالتحديدِ كَمْ عمرُ المحيطاتِ . ويبدو من المؤكَّدِ أنَّ المحيطاتِ لم تكنْ موجودةً في المرحلةِ الأولى من تشكّلِ سطحِ الأرضِ . ربما كانت مياهُ المحيطاتِ على شكلِ غيومٍ من بخارِ الماءِ تحوَّلَتْ إلى مياهٍ عندما أخذتِ الأرضُ بالتبرّدِ . هناكَ حساباتٌ تقديريّةٌ لمعرفةِ عمرِ المحيطاتِ تستندُ إلى نسبةِ الأملاحِ المعدنيةِ الموجودةِ اليومَ في مياهِهَا . وتتراوحُ هذه التقديراتُ بين (٥٠٠,٠٠٠,٠٠٠) خمسمئة مليونِ سنةٍ و(١,٠٠٠,٠٠٠,٠٠٠) مليارِ سنةٍ .

والعلماءُ متأكّدونَ أنَّ القسمَ الأعظمَ من سطحِ الأرضِ كان مُغَطّىً بمياهِ البحرِ في عصرٍ من العصورِ الغابرةِ . وهناك مناطقُ غمَرَتْهَا المياهُ مراتٍ عديدةً . لكنّنا لا نَعْرِفُ ما إذا كان أيُّ جزءٍ من أعماقِ المحيطاتِ أرضاً يابسةً في الماضي ، كما أننا لا نعرِفُ ما إذا كانَتْ أيُّ أرضٍ يابسةٍ اليومَ من أغوارِ المحيطاتِ العميقةِ .

هناكَ دلائلُ كثيرةٌ تُظهِرُ أنَّ أجزاءَ من اليابسةِ كانَتْ يوماً مغطاةً بمياهٍ غيرِ عميقةٍ . فمثلاً معظمُ الحجارةِ الكلسيةِ والرمليةِ والصخرِ الصلصالي الموجودةِ على اليابسةِ هي ترسباتٌ تركتها مياهُ البحار . وطبقاتُ الحجرِ الطباشيريِّ الموجودِ في انكلترا وتكساس وكنساس قد ترسّبَتْ في أحواضٍ بحريةٍ . هذا الحجرُ مكوّنٌ

من أصدافِ حيواناتٍ بحريةٍ صغيرةٍ جدّاً كانَتْ تهبطُ إلى قعرِ البحرِ لتكوّنَ الراسبَ الطباشيري .

واليومَ تغطّي مياهُ المحيطاتِ والبحارِ ما يقاربُ ثلاثةَ أرباعِ سطحِ الأرضِ . ما تزالُ هناك أعماقٌ بحريةٌ كثيرةٌ لم يكتشفْها الانسانُ ولم يسبُرْها ، مع ذلك فإن لدينَا فكرةً عن قعرِ المحيطِ . في الأعماقِ البحريةِ ما يشبهُ سلاسلَ الجبالِ ، وفيها هضابٌ وسهولٌ . غيرَ أنّ أعماقَ المحيطِ ليستْ متنوعةً تنوّعَ اليابسةِ .

كيفَ نشأتِ الأنهار ؟



مِياهُ الأمطارِ الّتي تهطلُ على سطحِ الأرضِ تتجمّعُ في أشكالٍ مختلفةٍ وتنتقلُ باستمرار . والأنهارُ هي أكبرُ المجاري الّتي تحقِّقُ هذا الانتقالَ . والساقيةُ تلي النهرَ في الأهميةِ بين مجاري المياهِ . ثم تأْتي الجداولُ والمجاري السيليةُ . هذه كلُّها تتجمّعُ وتَنْمو تدريجيّاً حتّى تتحولَ إلى نهرٍ كبيرٍ .

أنهارٌ كثيرةٌ تجري لتصبَّ في البحرِ . لكن بعضَ الأنهارِ يصبُّ في البحيراتِ ، وبعضُها يخترقُ السهولَ الجافةَ ويضعُفُ ثم يضعُفُ حتّى يغيبَ نتيجةَ التبخرِ أو يتغلغلُ في التربةِ الجافةِ ، كما يحدثُ لنهرِ بردى بدمشق .

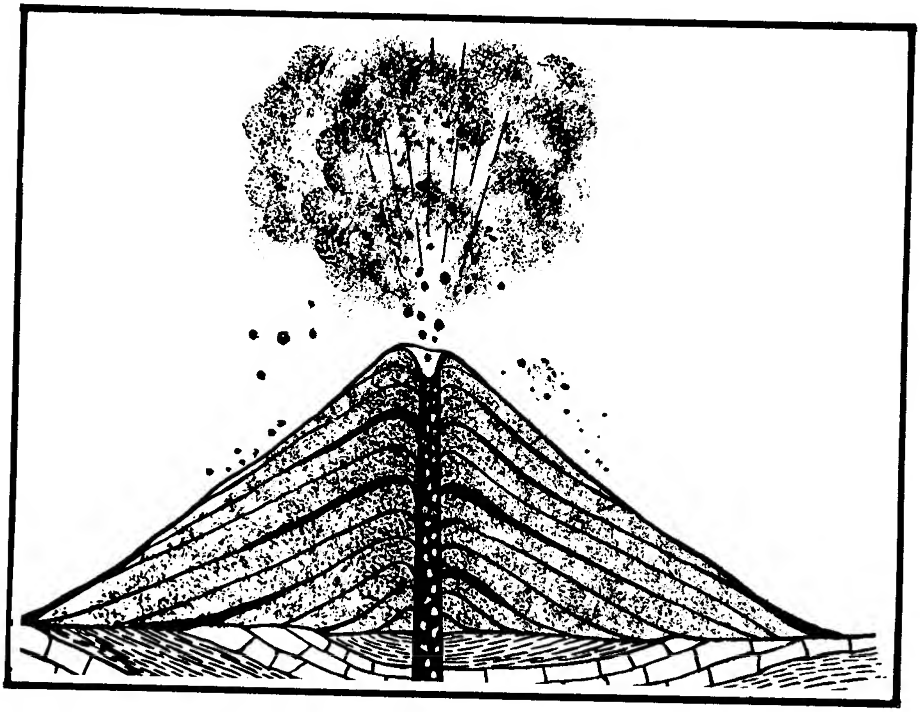
يأْتي قسمٌ من مياهِ النهرِ من الأمطارِ الّتي تتجمّعُ في شكلِ سيولٍ ومجارٍ . كما تسهمُ الثلوجُ وكتلُ الجليدِ الذائبةُ في تغذيةِ مياهِ الأنهارِ ؛ ويمكنُ أن تنبعَ الأنهارُ من الينابيعِ أو البحيراتِ .

الأنهارُ الكُبْرى تكونُ لها روافدُ عديدةٌ أي جداولُ وسواقٍ وأنهارٌ صغيرةٌ تصبُّ كلُّها في مجرى النهرِ الرئيسي . بلْ إنّ أنهاراً كُبْرى تشكِّلُ أحياناً روافدَ للأنهارِ العظيمةِ . فَنهرُ أوهايو ونهرُ ميسوري هما رافدانِ لنهرِ ميسيسيبّي الهائل . كما يشكِّلُ نهرُ النيلِ الأزرقِ رافداً لنهرِ النيلِ ، ونهرُ الخابورِ رافداً لنهرِ الفراتِ . ولكلِّ رافدٍ روافدُهُ الأصغرُ ، مما يجعلُ نهراً كالنيلِ أوكالميسيسيبي حصيلةَ تجمُّعِ آلافِ الأنهارِ والنهيراتِ والسّواقي والجداولِ والسيولِ .

المنطقةُ التي تنصرِفُ مياهُها باتجاهِ نهرٍ ما ، تُسمّى « حوضَ النهرِ » . فنهرُ ميسوري - ميسيسيبي الذي يبلُغُ طولُهُ (٣٨٩٠) ثلاثةَ آلافٍ وثمانمئة وتسعينَ ميلاً يتغذّى بمياهِ منطقةٍ تبلُغُ مساحتُها (١٢٤٣٧٠٠) مليوناً ومئتين وثلاثة وأربعين ألفاً وسبعمئة ميل مربع . ونهرُ الأمازونِ الذي يبلُغُ طولُهُ (٣٩٠٠) ثلاثةَ آلافٍ وتسعمئة ميلٍ تتجمّعُ مياهُهُ من حوضٍ مساحتُهُ (٢,٧٢٢,٠٠٠) مليونان وسبعمئة واثنان وعشرون ألفَ ميل مربع . أما نهرُ النيلِ ، أطولِ أنهارِ العالمِ ، والذي يبلغُ طوله (٤,٠٠٠) أربعة آلاف ميل (٦٤٠٠ كلم) فإنّ الحوضَ الذي يتغذّى بمياهِهِ يشملُ مساحات كبيرة في أوغندة والسودان ، وحين يبلغُ الأراضي المصريةَ لا يرفدهُ أي رافدٍ ذي أهمية .

الأنهارُ تحفرُ التربةَ وتجرفُها شيئاً فشيئاً إلى البحرِ . وإذ يستمرُّ هذا الجرفُ آلافَ السنين فإنّه يُحدِثُ تآكلاً عظيماً في الأرضِ على طولِ مجرى النهرِ . وهذا التآكلُ يمكنُ أن يحوّلَ مجاري الأنهارِ إلى وديان .

كيفَ يَنشأُ البُركان ؟



في شهرِ شباط ـ فبراير عام ١٩٤٣ شاهدَ الناسُ في المكسيكِ شيئاً عجيباً يحدُثُ أمامَ أعينِهم وسطَ حقلٍ من حقولِ الذرةِ . في هذا الحقلِ وُلِدَ بركانٌ ! وفي مدى ثلاثةِ أشهرٍ كوّنَ مخروطاً يبلُغُ ارتفاعُهُ ألفَ قدم (حوالى ثلاثمئة وخمسين مترا) . ودُمِّرتْ نتيجةً لظهورِهِ بلدتَان فضلاً عن تَلَفِ مساحاتٍ من الأرضِ بسببِ فلذاتِ الحممِ والرّمادِ .

فما سببُ نشوءِ البراكين ؟ رأينا أن **الحرارةَ تحتَ سطحِ الأرضِ تزدادُ تدريجيّاً** . بحيثُ أنها على عمقِ عشرين ميلاً (**٣٢** كلم) تبلُغُ درجةً كافيةً لصهرِ الصخورِ .

عندما تنصهرُ الصخورُ تتمدَّدُ (كما تتمدَّدُ المـعادنُ بالحرارة) وبالتالي **تحتاجُ إلى حجمٍ أوسع** . في بعضِ مناطقِ العالمِ يحدُثُ أن ترتفعَ الجبالُ . وهكذا يقلُّ الضغطُ تحتَ سلسلةِ الجبالِ الّتي ترتفعُ ، فيتكوَّنُ تحتها **خزانٌ من الصخورِ** المنصهرةِ يُسمَّى « **العجينةَ الصخريةَ** » .

ترتفعُ هذه المادةُ المنصهرةُ عبرَ الصدوعِ الّتي تنتُجُ عن ارتفاعِ كتلِ الجبالِ الهائلةِ . **فإذا صارَ ضغطُ العجينةِ الصخريةِ في الخزانِ أكبرَ من ضغطِ** السقفِ أو **الغطاء الصخريِّ** تفجّرُ الصخورُ المنصهرةُ هذا الغطاءَ وتندفعُ خارجةً مُحدِثَةً **بركاناً** .

في الاندفاعِ البركاني تنطلقُ غازاتٌ حارّةٌ وسوائلُ أو موادٌّ صلبةٌ . هذه الموادُّ تتكومُ حول فتحةِ البركانِ، وهكذا يتكوَّنُ جبلُ مخروطيُّ الشكلِ . وما يُسمّى « **بفوهةِ** » البركانِ هو الانخفاضُ أو التجويفُ الذي يُشاهَدُ في قمةِ المخروطِ حيث الفتحةُ التي اندفعتْ منها المواد .

الموادُّ التي تندفعُ من البركانِ غازيةٌ في معظمِها ، لكنْ يندفعُ إضافةً إلى الموادِ الغازيةِ « **حِمَمٌ** » وجزئياتٌ صلبةٌ تبدو كالفلذاتِ ، كما يندفعُ الرماد .

والحِمَمُ هي **العجينةُ الصخريةُ** الّتي يقذِفُ بها البركانُ . وعندما تصِلُ هذه العجينةُ قريباً من سطحِ الأرضِ ، ينخفِضُ الضغطُ كما تنخفضُ الحرارةُ ويطرأُ على الصخرِ المنصهرِ تغيُّرٌ فيزيائيٌّ وتحوُّلٌ كيميائيٌّ **وتصبحُ العجينةُ الصخريةُ حمماً** بُركانيةً .

ما أعظَمُ انفجارٍ بركانيٍّ في التَاريخ ؟



عِندما نتساءلُ عن أعظمِ انفجارٍ بركانيٍّ في التاريخِ ينبغي أن نفهمَ أنَّنا نتحدَّثُ عن التاريخِ المعروفِ الذي نملكُ وثائقَ عنهُ . ففي مراحلِ ما قبلَ التاريخِ حين كانتِ الأرضُ ما تزالُ في طورِ التكوُّنِ لا بُدَّ أن تكونَ قد حدثتْ زلازلُ وانفجاراتٌ بركانيةٌ لا يصدقُها الخيالُ .

لكن بالنسبةِ للمراحِلِ التاريخيةِ فإنّ أعظَمَ انفجارٍ بركانيٍّ ، هو الذي حدثَ عام ١٨٨٣ في جزيرةِ كرا كاتوا إحدى جزرِ الهندِ الشرقيةِ (التي أصبحتِ اليومَ جمهوريةَ اندونيسيا) . أعنفُ مرحلةٍ من مراحِلِ الانفجارِ البركانيِّ حدثَتْ في صباحِ ٢٧ آب ـ أغسطس من ذلك العام .

ولنرَ الآنَ النتائجَ العجيبةَ لهذا الانفجارِ الهائلِ . أولاً اندثَرَ القسمُ الشماليُّ والمنخفضُ من الجزيرةِ ! قبلَ الانفجارِ كانت مساحةُ الجزيرةِ ثمانيةَ عشرَ ميلاً

مربعاً ، وترتفعُ عن سطحِ البحرِ من (٣٠٠ قدم أو ١٠٠ متر إلى ١٤٠٠ قدم أو ٥٠٠ متر) . بعدَ الانفجارِ حدثَ مكانَ الجزيرة « هوةٌ » في قعرِ المحيطِ عمقُها (١,٠٠٠) ألف قدم (أو ٣٠٠ متر) تحت سطحِ البحرِ .

وارتفعَتْ أعمدةٌ من الحجارةِ والغبارِ والرمادِ إلى علوٍّ سبعةَ عشرَ ميلاً (حوالى ٢٧ كلم) في الجوّ ، ولما بدأَتْ هذه المقذوفاتُ تنتشرُ وتتناثرُ أحدثتْ ظلاماً في النهارِ في أماكنَ تبعدُ عن البركانِ مسافةَ مئةٍ وخمسينَ ميلاً (٢٤٠ كلم) .

وسُمِعَتْ أصواتُ الانفجاراتِ البركانيةِ إلى مسافاتٍ بعيدةٍ . بل إنَّ هذه الأصواتَ قطعَتْ أطولَ مسافةٍ قطعَها الصوتُ ، فقد وصلت إلى مناطقَ تبعُدُ (٣,٠٠٠) ثلاثة آلافِ ميلٍ (٤٨٠٠ كلم) .

ولعلَّ أفظعَ الخسائرِ التي سبَّبهَا هذا الانفجارُ نتجتْ عنِ الأمواجِ التي اندفعَتْ من المحيطِ . أكبرُ هذه الأمواجِ بلغَ علوُّهَا (٥٠) خمسين قدماً (حوالي ١٨ متراً) ، ودمَّرتْ قرى بكامِلِها وتسبَّبَتْ في موتِ (٣٦,٠٠٠) ستةٍ وثلاثين ألفَ شخصٍ . كما أنَّ هذه الأمواجَ قطعَتْ مسافاتٍ بعيدةً حتى وصلتْ إلى بحرِ المانش على بعدِ (١١,٠٠٠) أحدَ عشرَ ألفِ ميل .

وقد عادَ بركانُ كراكاتوا فنَشَطَ من جديدٍ عام ١٩٢٧ ، لكنه لحسنِ الحظِّ لم يُحدِثْ انفجاراً كبيراً .

كيفَ يحدُثُ الزلزال ؟



يمكِنُ أن نفهَمَ أسبابَ الزلزالِ إذا فكَّرْنَا في ما يجري أثناءَ هذه الظاهرةِ .
أثناءَ الزلزالِ تحدُثُ هزَّةٌ أرضيّةٌ ، واهتزازُ الأرضِ هو ما يسبِّبُ انهيارَ الأبنيةِ .

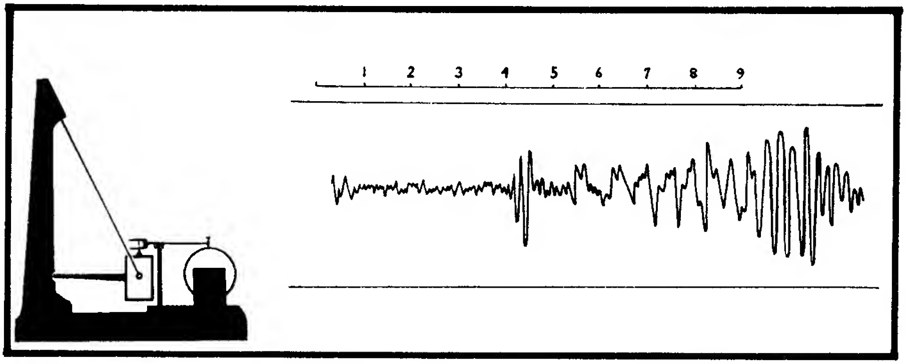
فالزلزالُ هو اهتزازُ أجزاءَ من القشرةِ الأرضيةِ . فما الذي يسبّبُ هذا الاهتزازَ ؟ قد يحدُثُ في القشرةِ الأرضيةِ (أي طبقاتِ الصخورِ) « صدعٌ » أو

كسرٌ . كتلٌ من اليابسةِ يتغيَّرُ وضعُها . وأحياناً تعلو حوافي الصّدعِ وتنخفضُ ويحتكُّ بعضُها بالبعضِ الآخرِ . وفي أحيانٍ أخرى تتحركُ حوافي الصدعِ في اتجاهٍ طولاني .

وعندما تحتكُّ كتلتان صخريّتان هائلتان بقوةٍ شديدةٍ فإنَّ طاقةً هائلةً تتحرَّكُ . هذه الطاقةُ تتحوَّلُ إلى اهتزازٍ في طبقاتِ الصخورِ . وهذا الاهتزازُ هو ما نشعرُ به عندما يحدُثُ زلزالٌ . وهذا الاهتزازُ لا يقتصِرُ على موقعِ الصدعِ بل ينتقلُ آلافَ الأميالِ .

أما لماذا تتكرَّرُ الزلازلُ في مناطقَ معينةٍ من العالمِ أكثرَ من غيرِها ، فلأنَّ صدوعَ القشرةِ الأرضيةِ كائنةٌ في هذه المناطِقِ .

كيف تقيس مرسمة الزلازل الهزات الأرضية ؟



عندما نفكرُ في الزلازلِ نتصورُ المبانيَ التي تنهارُ والشقوقَ الكُبرى التي تحدُثُ في الأرضِ وغيرَ ذلك . فما الذي يُقاس في هذا كلِّهِ ؟

عرفنا أنَّ **الزلزالَ** هو **اهتزازٌ يحدُثُ في طبقةِ الأرضِ العُليا أي الصلبةِ** . وهذه الاهتزازاتُ هي ما تقيسُهُ **مرسمةُ الزلازلِ** . الزلازلُ تنتجُ عن صدوعٍ أو كسورٍ في القشرةِ الأرضيةِ ، **واحتكاكُ حوافي الصدوعِ يُنتجُ طاقةً هائلةً تتحوّلُ إلى اهتزازاتٍ** : هذه الاهتزازاتُ تنتقِلُ آلافَ الأميالِ ، حتى أن زلزالاً يحدُثُ في طوكيو يمكنُ أن يُسجَّلَ حدوثُهُ ويُقاسَ بمدينةِ نيويورك .

اهتزازاتُ الزلازلِ تنتقلُ على شكلِ أمواجٍ . وأمواجُ الزلزالِ لها ثلاثةُ نماذجَ أو أكثر . هذه الأمواجُ تعبُرُ قشرةَ الأرضِ الصخريةَ بنسبٍ مختلفةٍ من السرعة . كما أنَّ هذه الأمواجَ تتحركُ في اتجاهاتٍ مختلفة . **النموذجُ الأولُ** من

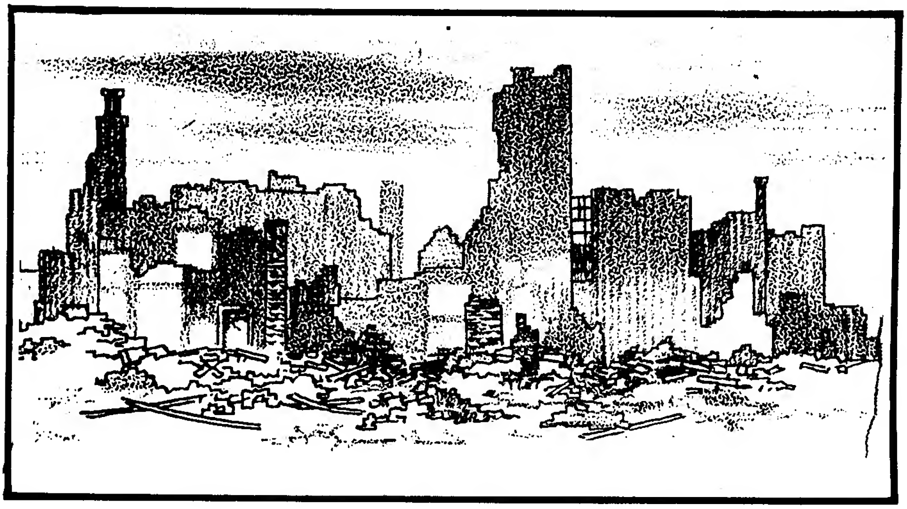
الأمواجِ يهتزُّ **في اتجاهٍ طولاني** ؛ والنموذجُ الثاني من **الأمواجِ الاهتزازيةِ لهُ اتجاهٌ أفقيٌّ عرضانيٌّ** . أما النموذجُ الثالثُ فهو **أمواجٌ طويلةٌ تتحركُ لتشملَ سطحَ الكرةِ الأرضيّةِ** . وهذه الأمواجُ الطويلةُ تتحركُ ببطءٍ ، غيرَ أنَّ حركَتَها أشملُ ، ويمكنُ أن تسبِّبَ كلَّ أنواعِ الأضرارِ التي نعرفُها ونشاهدُها في الزلازِلِ .

هناكَ أجهزةٌ يُسمّى واحدُها « **مرسمةُ الزلازِلِ** » ، موزعةٌ في مختلفِ أنحاءِ العالم . هذه الأجهزةُ تسجِّلُ اهتزازاتِ الزلازلِ كلَّ يوم . فالقشرةُ الأرضيةُ لا تهدأُ أبداً . وإذا قورنَتْ سجلاتُ الزلزالِ في مرسمَتَيْنِ (أي في بلدين مختلفين) أمكنَ لعلماءِ الزلازلِ أن يحدِّدوا المكانَ الذي انطلقَتْ منه أمواجُ الاهتزازِ .

مِمّ تتكوَّنُ مرسمةُ الزلازِلِ ؟ تتكونَّ مرسمةُ الزلازِلِ من **جسمٍ معلَّقٍ** بطريقةٍ دقيقةٍ جِدّاً بحيثُ أنه يبقى ساكناً عندما يحدُثُ زلزالٌ ويهزُّ أجزاءَ ا لجهازِ المحيطةَ بهذا الجسمِ المعلَّق . أي أنّ هذا الجسمَ المعلَّقَ الذي يتدلَّى من جهازٍ ثابتٍ لا يتحرّكُ أثناءَ الزلزالِ ، بينما الجهازُ الذي يحملُهُ يهتزُّ في حالِ حصولِ زلزالٍ . ويتصِلُ بالجهازِ ، أسفلَ الجسمِ المعلَّقِ **لوحٌ من الورقِ يهتزُّ مع الجهازِ وقتَ الزلزالِ** . وعندما يهتزُّ لوحُ الورقِ تحتَ الجسمِ المعلَّقِ الثابِتِ يرسمُ هذا الجسمُ على اللوحِ خطوطاً تمثّلُ أمواجَ الاهتزازِ .

الألواحُ المثبتةُ إلى الجهازِ تسجِّلُ **وقتَ** وصولِ الأمواجِ **وقوةَ** تحركِها ، كما تسجلُ **الاتجاهَ** الذي صدَرَتْ عنه الأمواج .

ما أكبرُ هزةٍ أرضيّةٍ في التاريخ ؟



يمكِننا أن نصفَ الهزةَ الأرضيةَ من ناحيتينِ : الأُولى تعتمدُ قوةَ الهزةِ الأرضيةِ نفسَها ، والثانية تعتمدُ الأضرارَ التي تُسبّبها . وبما أنَّ خسارةَ الأرواحِ البشريةِ ودمارَ الممتلكاتِ تهمُّ الناسَ أكثرَ من القياساتِ التقنيَّةِ ، كانت « أكبرُ هزةٍ » يذكرُها الناسُ هي التي وقعَتْ فيها أكبرُ الخسائرِ في الأرواحِ .

من أشهرِ الهزاتِ الأرضيةِ التي وقعت في أوروبا هي التي حصلَتْ في لشبونة بأسبانيا عام ١٧٥٥ . فقد دُمِّرت المدينةُ وقُتِلَ حوالى ثلاثينَ ألفَ شخصٍ . وعام ١٩٠٨ وقعتْ هزةٌ أرضيةٌ في كالابريا وصقليّة جنوبي إيطاليا . وقُتِلَ في هذه الهزةِ حوالى خمسةٍ وسبعين ألفَ شخصٍ . وفي هذا الزلزالِ قالَ

الشاعرُ المصريُّ حافظ ابراهيم قصيدتَهُ الشهيرةَ « زلزالُ مسّينا » حيث يردُ وصفُ الزلزالِ :

« ما لمسّينَ عوجِلَتْ في صباها ودعـاهـا من الـرّدى داعيـان
خُسِفَتْ ثم أُغْـرِقَتْ ثم بـادَتْ قضيَ الأمـرُ كلُّه في ثـواني .

عام ١٩١٥ وقعَ زلزالٌ في أواسطِ إيطاليا فتهدَّمَتْ مئاتُ المدُنِ والقُرى وقُتل ثلاثون ألفَ شخصٍ .

وهناك زلزالان هائلانِ وقعا في الشرقِ الأقصى ، الأولُ في طوكيو باليابان ، والثاني في مقاطعةِ كانسو بالصين . حدثَ زلزالُ طوكيو عام ١٩٢٣ وقُتِلَ فيه أكثرُ من مئةِ ألفِ شخصٍ ودَمَّرَ مدينةَ طوكيو كما دمَّرَ مدينةَ يوكوهاما . أما الزلزالُ الذي وقعَ في الصّين عام ١٩٢٠ فقد شملَتْ أضرارهُ أكثرَ من ثلاثمئة ميلٍ مربّعٍ وقتلَ حوالى مئتي ألفِ شخصٍ .

لكنْ يحدُثُ أحياناً أنْ تكونَ الهزةُ الأرضيةُ قويةً جدّاً وتُحدِثُ مع ذلك أضراراً طفيفةً . على سبيلِ المثالِ ، فإنَّ أعظمَ هزةٍ أرضيةٍ تمّ تسجيلُها في الولاياتِ المتّحدةِ حتى الآنَ لم يكدْ يشعُرُ بها الناسُ . وقعَتْ قريباً من بلدةِ « نيو مدريد » بولاية ميسوري عام ١٨١١ ثم عام ١٨١٢ . وقد حدثَتْ آنذاك (١٨٧٤) ألفٌ وثمانمئة وأربعٌ وسبعون اهتزازة . وبعضُ الهزاتِ أحسَّ بها الناسُ في أماكِنَ تبعُدُ أربعمئة ميل . لكنّ هذه المنطقةَ لم تكنْ مكتظّةً وبيوتُها كانت متفرقةً فلم تقعْ فيها خسائرُ . بينما الهزةُ التي وقعَتْ في سان فرنسيسكو عام (١٩٠٦) كانت أضعفَ من هزةِ « نيو مدريد» مع ذلك نتجَ عنها حريقٌ كبيرٌ وقُتِلَ فيها سبعمئة شخصٍ ودُمِّرَتْ بسببها ممتلكاتٌ وقُدِّرَتْ الخسائرُ يومذاكَ بأربعمئةٍ وخمسةٍ وعشرين مليونَ دولارٍ .

كيفَ تكوّنَتِ البُحَيرات ؟



البُحَيْراتُ أحواضٌ مائيّةٌ داخلَ القاراتِ ، حيثُ يملأُ الماءُ منخفضاتٍ في سطحِ الأرضِ .

والبُحيراتُ نتيجةٌ لتدفقِ المياهِ نحو مناطقَ منخفضةٍ . وتأتي مياهُ البحيراتِ من الأمطارِ وما يتبعُها من سيولٍ ، كما تأْتي من ذوبانِ الثلوجِ . وتصلُ المياهُ إلى البحيرةِ عن طريقِ الجداولِ والسواقي والأنهارِ ، والينابيعِ الجوفيةِ والسيولِ .

أما أحواضُ البحيراتِ فهي تتكوَّنُ بأشكالٍ مختلفةٍ . كثيرٌ من البحيراتِ نتجَ عن صدعٍ أو انهدامٍ في قشرةِ الأرضِ . وبحيرة طبريا والبحر الميتِ في غورِ فلسطين مثالان على الحوضِ ذي المنشأِ الانهدامي .

وفي بعضِ الحالاتِ تكونُ البحيرةُ ذاتَ منشأ بركانيٍّ . إذ يمكنُ لحمَمِ البركانِ أن تُقفِلَ فمَ الوادي فيتحولَ إلى حوضٍ يمـتليءُ بالمياهِ . كما يمكنُ لفوهةِ بركانٍ خامدٍ أن تتحولَ إلى بحيرة . وتكثرُ أمثالُ هذهِ البحيراتِ في اليابان .

كما أنّ العديدَ من أحواضِ البحيراتِ قد تشكَّلَ بفعلِ جرفِ الجموديات . والبحيراتُ الكبرى في كندا مثالٌ على الأحواضِ التي حفرتها الجمودياتِ .

وفي المناطقِ الساحليةِ حيث تأكلُ الأمواجُ وتيّاراتُ الـشاطىءِ الصخورَ وتحيلُها إلى حصى ورمالٍ ، تتراكمُ هذه الصخورُ المفتّتةُ وتغلِقُ الخلجانَ فتحولُها إلى بحيراتٍ مؤقتةٍ . والنهرُ الذي يجرفُ التربةَ أثناءَ الفيضانِ يحملُها بعيداً في تدفُّقِهِ ، لكن عندما يصِلُ إلى السهلِ ويجري بهدوءٍ فإنّه يرسِّبُ الطميَ الذي يحملُهُ . وإذ يترسَّبُ الطميُ بكمياتٍ كبيرةٍ فإنّه يشكّلُ حواجزَ في وجهِ الماءِ وتتكوّنُ البحيراتُ . ومن الأمثلةِ على هذا النوعِ البحيرات التي تكونت في دلتا النيلِ .

وفي الأماكِنِ التي تكونُ فيها الطبقةُ التحتيةُ كلسيةً ، يمكنُ للمياهِ التي تتسرّبُ إلى هذه الطبقةِ أن تذيبَها تدريجيـاً بحيثُ تتكوّنُ بالوعاتٍ وفجواتٍ تتصلُ فيما بينها وتكبُرُ حتى تكوّنَ حوضَ بحيرةٍ . وفي فلوريدا بالولاياتِ المتّحدةِ بحيراتٌ كثيرةٌ من هذا النوعِ .

هٰذا ويمكنُ أن تنشأ بحيراتٌ اصطناعيةٌ . فعندما يُقامُ سدٌّ في وادي النهر ، تتجمّعُ المياهُ أمامَ السّدّ وترتفعُ لتشكّلَ بحيرةً . من الأمثلةِ على ذلك بحيرةُ السدِّ العالي على مجرى النيل بمصر ، وبحيرة سد القرعون على مجرى الليطاني في لبنان ، وبحيرةُ الرستن عند سد الرستن على نهرِ العاصي بسوريا .

الحِمَّةُ أو اليَنابيعُ الحارة

اليَنابيعُ الحارةُ من بدائعِ الطبيعةِ المُدهشةِ، حتى لو لم تُحْدِثْ فواراتٍ تقذفُ المياهَ في الجو . والحمةُ هي ينبوعٌ تتدفّقُ منه مياهٌ حارةٌ ، وهذا أمرٌ غريبٌ وطريفٌ بذاتِهِ . فمن أينَ تأْتي مياهُ الحمةِ ؟ وما سببُ حرارتِها ؟ ولماذا تُحدِثُ بعضُ الينابيعِ الحارةِ الفوارات ؟

في الينابيعِ الحارةِ والفواراتِ فتحةٌ تمتدُّ عميقاً في الأرضِ كالأنبوبِ حتى تصلَ إلى طبقةِ الخزانِ المائي الجوفي الذي تتجمَّعُ فيه المياهُ . ومعظمُ هذه المياهِ يأْتي من الأمطارِ ومن ذوبانِ الثلوج .

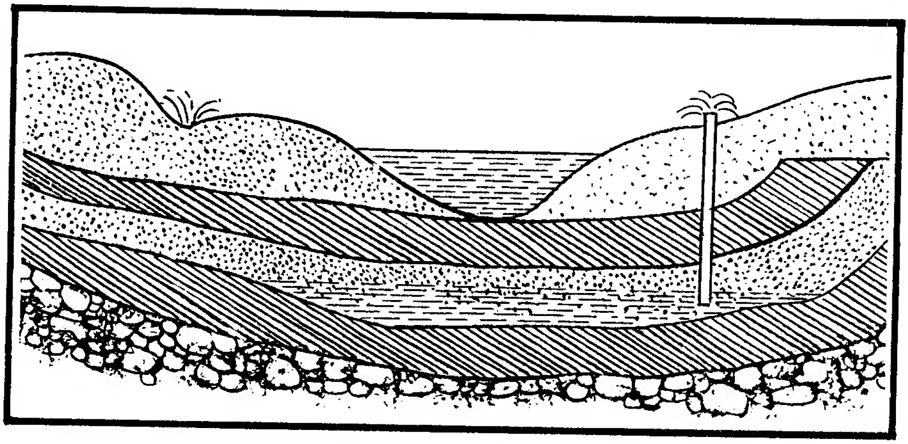
كُنّا قد رأَيْنا أنّ الصخورَ في طبقاتِ الأرضِ السُّفلى حارةٌ جداً . وقد تكونُ هذه الصخورُ حِمماً غيرَ متبرّدةٍ أو صخوراً منصهرةً . تتصاعدُ من هذه الصخورِ غازاتٌ كما يتصاعدُ بخارُ الماء ، وتتسرَّبُ عبرَ الشقوقِ الصخريةِ حتى تصلَ إلى الخزانِ المائي الجوفي . هذه الغازاتُ الحارةُ تُسخِنُ الماءَ في الخزانِ إلى درجةِ الغليانِ ، وأحياناً إلى ما فوق درجةِ الغليانِ .

هكذا تتكوّنُ الينابيعُ الحارةُ . فلماذا يتحولُ النبعُ الحارُّ إلى فوارةٍ ؟ الأنبوبُ أو الممرُّ الذي يعبُرُهُ الماءُ لا يكونُ مستقيماً منتظِماً في الفوارةِ ، بل تكون فيه التواءاتٌ وتعرجاتٌ . وهذا يعترضُ طريقَ البخارِ لدى صعودِهِ نحو السطح . فمتى استطاعَ الماءُ والبخارُ الصعودَ إلى سطحِ الأرضِ بدونِ عوائقَ يتكوَّنُ نبعٌ مياهُهُ حارةٌ تتدفَّقُ بشكلٍ منتظِم .

ينبثقُ الماءُ من الفوارةِ لأنَّ الماءَ في المجرى (أو الأنبوبِ) غيرِ المنتظمِ يأْتي من الخزّان الجوفي وهو في درجةِ الغليانِ وفجأةً يتحوّلُ إلى بخارٍ . والبخارُ يتطلّبُ حجماً أكبرَ من الحجمِ الذي يتطلبُهُ وهو في حالةٍ مائية . لذلك فإنه يدفعُ الماءَ ، الذي يملأُ الأنبوبَ فوقَه ويعترضُ طريقَه ، نحو الأعلى بقوةٍ ، فيندفعُ الماءُ على شكلِ فوارةٍ ، ومتى انطلقَ هذا البخارُ خفّ الضغطُ في الأسفلِ وصعدَ الماءُ في المجرى الأنبوبي ليتدفّقَ بصورةٍ عاديةٍ . وحينَ يخفُّ الضغطُ يتشكَّلُ البخارُ من جديد ويدفعُ بالماءِ ؛ وبدلَ أن يتدفقَ الماءُ على مستوى سطحِ الأرضِ يعودُ ليندفعَ في الهواءِ بقوةِ دفعِ البخارِ . وأشهرُ المناطِقِ التي توجدُ فيها هذه الفواراتُ هي آيسلاندة ونيوزيلاندة ، وحديقة « بلوستون » في ولايةِ ويومنغ بالولاياتِ المتحدةِ الأميركيةِ . وفوارةُ بلوستون هذه تندفعُ في الهواءِ كل ٦٧ دقيقةً وتطلِقُ الماءَ والبخارَ إلى ارتفاعِ (٥٥) خمسة وخمسين مترا ، ثم يسقطُ الماءُ في بركةٍ ويغلي كأنه في مرجلٍ .

وفي منطقة « روتوروا » في الجزيرةِ الشماليةِ من نيوزيلاندة (بقارة أوقيانوسيا ، جنوبي شرقي أوستراليا) ، ألوفٌ من الينابيعِ الحارة والفواراتِ ، حتى أن السكانَ هناك يستخدمون هذه المياهَ لغسلِ الثيابِ والتدفئةِ .

ما الفارقُ بينَ النبعِ والبئرِ الارتوازية ؟



الناسُ الذين يعيشونَ في المدينةِ لا يفكّرون في البئرِ ولا في النبعِ . في المدينةِ تصلُ المياهُ إلى البيوتِ . لكنّ التزوّدَ بالماءِ في بعضِ مناطقِ الريفِ مشكلةٌ فعليةٌ . ففي مثلِ هذه المناطقِ النائيةِ يستقي الناسُ من النبعِ أو من البئرِ .

النبعُ هو الماءُ المتدفّقُ من فتحةٍ في الأرضِ . ففي فصلِ الأمطارِ يتغلغلُ قسمٌ من المياهِ في التربةِ والصخورِ عبرَ الشقوقِ والفراغاتِ ، ويستمرُّ في هبوطهِ مشدوداً بقوةِ الجاذبيةِ ، بقدرِ ما تسمحُ الشقوقُ في الطبقاتِ الصخريةِ .

هناك مستوياتٌ تحتَ سطحِ الأرضِ تكونُ فيها الشقوقُ الصخريةُ مليئةً بالماءِ . تسمّى هذه المستوياتُ « **الحوضَ التحتيَّ** » ويسمّى السطحُ الأعلى للماءِ « **النطاقَ المائي** » .

في الوديانِ والسطوحِ المنخفضةِ عن مستوى « **النطاقِ المائي** » تظهرُ الينابيعُ حيثما كانت هناك شقوقٌ في الصخورِ . بكلامٍ أبسطَ ، **الماءُ المخزونُ في باطنِ الأرضِ يتسرَّبُ من الشقوقِ على شكلِ ينابيعَ** .

بعضُ الينابيعِ يتدفَّقُ طوالَ السنةِ لأنّه يستمدُّ مياهَه من حوضٍ مائيٍّ عميقٍ . وبعضُ الينابيعِ لا يجري إلا في موسمِ المطرِ ، عندما يكونُ « النطاقُ المائيُّ » مرتفعاً .

والبئرُ الارتوازيةُ هي التي يتفجرُ الماءُ منها إلى سطحِ الأرضِ بشكلٍ طبيعي .

تنشأُ **البئرُ الارتوازيةُ** عندما تكونُ هناك طبقةٌ من الصخورِ المخلخلةِ غير المتراصَّةِ ، أو الحصى أو الرمالِ محصورةً بينَ طبقتَيْنِ من الصخورِ المتراصّةِ الكتيميـــةِ . الطبقةُ المخلخلةُ تحتوي فراغاتٍ تمتلىءُ بالماءِ . هكذا يصبحُ لدينا ثلاثُ طبقاتٍ : الصخرُ الكتيمُ في الأعلى والأسفلِ ، والطبقةُ المساميةُ (ذاتُ الفراغاتِ) بينهما . هذه الطبقاتُ لا تكونُ أفقيةً بل مائِلَةً . الماءُ يتسرَّبُ إلى الطبقةِ الوسطى من الطرفِ العلوي . وإذا أُحْدِثَتْ فتحةٌ تصلُ إلى الأسفلِ فإنّ الضغطَ سيجعلُ الماءَ يتدفَّقُ نحو الأعلى ، وتسمّى هذه بئراً أرتوازية .

التَعرِيَةُ والحَتّ



الحتُّ هو العمليّةُ التي يخضعُ لها سطحُ الأرضِ وتسبِّبُ تعريتَهُ وتآكُلَهُ . فالمطرُ يسقطُ على الأرضِ الطريةِ ويجري في جداولَ وأنهارٍ جارِفاً معه الأتربةَ . والريحُ تكنِسُ الترابَ من الحقولِ ، وتذرو الرمالَ والغبارَ في طريقِها . دواماتُ الماءِ على ضفافِ الأنهارِ والبحيراتِ ، والأمواجُ التي تلطمُ الصخورَ ، هذه كلُّها تأكلُ من الشواطىء. فالأمواجُ تقذِفُ بحبّاتِ الرمالِ والحَصى نحو الصخورِ والجُرُفِ ، فتقومُ بعمليةِ تفتيتٍ بطيئةٍ ؛ تحوِّلُ الصخورَ إلى رمالٍ والرمالَ إلى رملٍ أكثرَ نعومةً ، ثم تنقلُ هذا كلَّهُ إلى البحرِ .

هذا هوَ الحتُّ . وقد نتَجَتْ عنه مشاهدُ طبيعيَّةٌ تُعَدُّ من عجائبِ الدنيا ، مثلُ « الجراند كانيون » أو الوادي الكبير في أريزونا .

والماءُ يتسبَّبُ في معظمِ عمليّاتِ الحتِّ في العالمِ . فهو يتسرَّبُ إلى

شقوقِ الصخورِ الصلبةِ وعندما يتجمَّدُ فإنَّ الصخرَ ينفلِقُ أو يتشقَّقُ . ومع مرورِ السنينِ يتحوّلُ الصخرُ إلى ترابٍ . ثم يُجرَفُ الترابُ بعيداً نحو البحرِ .

يهطلُ المطرُ فتشربهُ التربةُ حتى تبتلَّ . وما يزيدُ بعدَ ذلك يجري على السطحِ في سيولٍ صغيرةٍ ، ثم يتجمَّعُ في مجارٍ وجداولَ ليصبَّ في الأنهارِ . ولذلك فإنَّهُ يجرفُ الأتربةَ الناعمةَ في طريقِهِ على شكلِ أوحال .

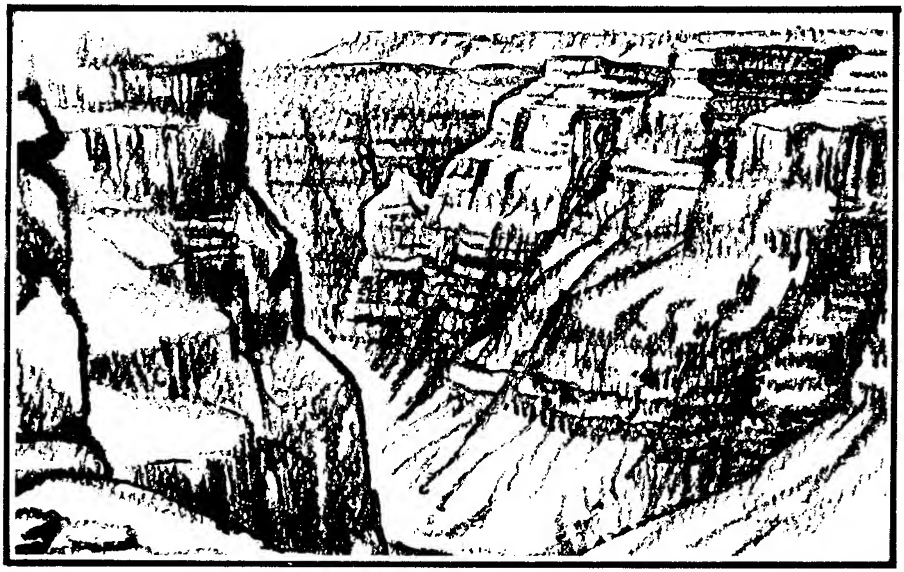
المجاري المائيةُ تحفرُ الواديَ الذي تجري فيه حفراً بطيئاً طوالَ آلافِ السنين ، فيتَّسِعُ الوادي ويعمُقُ . وفي بعضِ الأحيانِ تُحفَرُ الأرضُ حتى تبلغَ مستوى سطحِ البحرِ من شدّةِ الحتِّ ، كما حَدَثَ بالنسبةِ لأنهارِ الصين مثلاً .

وتزيدُ الرياحُ عمليةَ الحتِّ والتعريةِ ، لكنَّ عملَها بطيءٌ قياساً إلى عملِ الماءِ . في العصورِ الجيولوجيةِ كانتِ الجموديات هي التي تقومُ بفعلِ الحتِّ فيما تزحفُ جارفةً معها الأتربةَ والصخورَ عن جوانبِ الوديانِ .

الحقولُ المنحدرةُ والمعرَّضَةُ للرياحِ تتعرَّضُ لأضرارِ الحتِّ . ولم يَكُنِ الفلاحونَ في الماضي يُدرِكُون أن التُّربةَ العليا الغنيةَ تُجرَفُ فيتعرَّى الحقلُ من تربتِهِ. وإذا أدركوا لم يكونوا يعرفونَ كيف يوقفون عمليةَ الجَرْفِ هذِهِ . كانوا يحرِثُونَ التربةَ من جديدٍ ، لكن سرعانَ ما كانتِ التربةُ العميقةُ تجفُّ لتحملَها الرياحُ أو السيولُ .

واليومَ أوجَدَ المزارعون في البلدانِ المتطوِّرَةِ أساليبَ جديدةً لتلافي أضرارِ التّعريةِ . لم يعودوا يلجأونَ إلى تكرارِ الحراثةِ ، بل صاروا يتركون فضلاتِ القشِّ وسوقَ القمحِ أو الذرةِ في أرضِ الحقلِ مما يساعدُ على حفظِ التربةِ . وعندما تكون الأرضُ منحدرةً تجري الحراثةُ في خطوطٍ عرضانيةٍ بدلَ أن تتجهَ من أعلى إلى أسفل . وهكذا لا تكونُ هناك أثلامٌ منحدرةٌ تعبُرها المياهُ جارفةً معها التربةَ .

كيفَ تَشكَّلَ "الجراند كانيون" أو الوادي الكبير؟



نقدّمُ هنا مثالاً على القدرةِ الهائلةِ التي تمارسُها المياهُ في عمليةِ الحتّ ، بحيثُ تستطيعُ أن تغيِّرَ الأشكالَ الجغرافيةَ فتحوِّلَ الجبلَ إلى سهلٍ أو إلى وادٍ . والوادي الكبير أو « الجراند كانيون » في أريزونا بالولايات المتحدة من أوضحِ الأمثلة :

« الجرانْد كانيون » واحدٌ من أروعِ المشاهِدِ الطبيعيةِ على وجهِ الأرضِ . يبدو في بعضِ نواحيهِ مثلَ مدينةٍ مسحورةٍ من الصخورِ ، بمعابِدِها ، وأبراجِها ، بحصونِها ذاتِ الألوانِ الباهرةِ .

هذا الوادي العميقُ جداً المنحوتُ في الصخرِ قد نحتَهُ نهرٌ . نحتَتْهُ مياهُ نهرِ الكولورادو طوالَ آلافِ السنين . فإذا عرفنا أنَّهُ منحوتٌ في صخورٍ صلبةٍ جداً في كثيرٍ من أجزائهِ ، أدركنا القوةَ الهائلةَ للمياهِ وقدرَتها على الحتِّ . وما تزالُ مياهُ نهرِ « كولورادو » المتدفقةُ تنحتُ هذا الوادي الصخريَّ العميقَ وتزيدُهُ عمقاً .

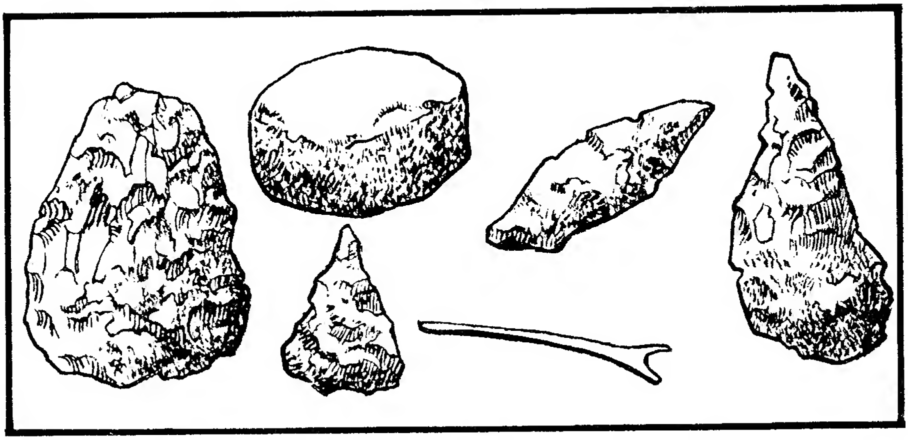
يبلُغُ عمقُ هذا الوادي في بعضِ الأماكِنِ أكثرَ من ميلٍ أي أكثرَ من (١٦٠٩) أمتار ، ويتراوحُ عرضُهُ بين أربعةِ أميالٍ (ستة كيلومترات ونصف تقريباً) و١٨ ميلاً (٢٨ كلم تقريباً) . وبينما يحفرُ النهرُ الهضبةَ مكوِّناً الوادي فإنّه يعرّي الطبقاتِ الصخريةَ التي تشكِّلُ جدرانَ الوادي كاشفاً بذلك قصةَ ملايينِ السنينِ من عمرِ الأرض .

ففي أسفلِ الوادي قريباً من النهرِ تظهرُ صخورٌ بِلَّوْرِيَّةٌ قديمةٌ . إنها البقايا الدفينةُ لسلسلةِ جبالٍ قديمةٍ كانت قد الْتَوَتْ مشكِّلَةً ثنايا وطياتٍ ثم تآكلت بفعلِ عواملِ الطقسِ والماء . إنَّ ارتفاعَ هذه السلسلةِ الجبليةِ منذ ملايينِ السنين وتآكُلَها ما كان لِيُكشَفَ لولا عملياتُ الحتِّ المائي في « الجراند كانيون » .

وفي أسفلِ سلسلةِ الجبالِ الدفينةِ طبقاتٌ من حجرِ الكوارتزيت (أو المرو الحُبَيْبي) ، والحجرِ الرملي والحجرِ الكلسي . وقد تكوَّنَتْ هذه الصخورُ مع توالي العصورِ ، يومَ غمرت مياهُ المحيطِ المنطقةَ ، وحيث ارتفعتْ سلاسلُ من الجبالِ ثم اندثرتْ . ونجدُ في هذه الطبقاتِ دليلاً على أنَّ مياه المحيطِ قد غمرتِ المنطقةَ ؛ إذ تكثُرُ فيها المستحاثاتُ (أي البقايا المتحجرةُ والمحفورةُ في الصخور) . هناكَ مستحاثاتٌ لطحالبَ وأعشابٍ بحريةٍ ، وأصدافٍ بحريةٍ وأسماكٍ .

أولُ أوروبيٍّ شاهَدَ « الجراند كانيون » كان مكتشِفاً اسبانياً اسمُهُ « غارسيا لوبيز كاردنياس » ، وقد اكتشفهُ عام ١٥٤٠ . واليومَ قد استولتِ الدولةُ على مساحةِ (١٠٠٩) ألف وتسعةِ أميالٍ مربعةٍ تُعتَبَرُ أجملَ مناطِقِهِ وأهمَّها ، فحوّلتها إلى متنزّهٍ وطني . وبإمكانِ الزائرين أن يهبطوا إلى قعرِ الوادي السحيق على ظهورِ البغال .

لِماذا تَتَعَدَّدُ أنواعُ الصَّخورِ ؟



ليس في الدنيا طفلٌ لم يملأْ ، ذاتَ يومٍ ، جيوبَهُ بأنواعٍ من الحصى الغريبةِ . إنَّ أشكالَهَا وأحجامَها المختلفةَ ، وتنوعَها بين الخشنِ والأملسِ ، وتعدُّدِ ألوانِها بحيثُ تشبهُ الجواهرَ ، ذلك كلُّه يُغري بجمعِها واللعبِ بها . وما يُكسِبُ الحصَى (أو قطعَ الصخورِ) هذه الأشكالَ الجذّابةَ هي المعادنُ التي تدخُلُ في تركيبِها . هذه المعادنُ هي التي تُعطي بعضَ الصخورِ لمعانَها وألوانَها .

الحَصَى هي قطعٌ من صخورٍ ؛ وهي في نظرِ العالمِ صخورٌ مهما بلَغَ حجمُها من الصِّغَرِ ، حتى لو تفتتت إلى حجمِ حبةِ الرملِ .

تَكَوَّنَتِ الصخورُ بطرقٍ مختلفةٍ . فتلك التي تُدعى « **الصخورَ الرسوبيةَ** » ، **تكوَّنَتْ عن طريقِ الترسُّبِ** . أي أنَّ هناك موادَ رسَّبَتها أو وضَّعَتْها وخلّفَتْها المياهُ أو

الرياحُ أو الجليدُ ، أو حتى الحيوانُ والنباتُ . وهي تترسَّبُ أو تتوضَّعُ طبقاتٍ فوقَ طبقاتٍ . الحُبَيْبَاتُ أو الجُزَيئاتُ الصغيرةُ التي تكوِّنُ هذه الصخورَ شبهُ كرويةٍ ، مستديرةٌ ، لأنَّ رؤ وسَها أو زواياها الحادةَ تكونُ قد صُقِلَتْ وبُرِيَتْ نتيجةً لانجرافِها في مجاري الأنهارِ أو في طريقِ الرياحِ ، أو لكثرةِ ما دحرجتْها الأمواجُ . **ومن أبرزِ الأمثلةِ على الصخورِ الرسوبية الحجرُ الرمليُّ والصخورُ الجيريةُ (الكلسيةُ)** .

وهناكَ صخورٌ كانت ذاتَ يومٍ منصهرةً في باطنِ الأرضِ . فاندفَعَتْ إلى سطحِ الأرضِ أو دُفِعَتْ بين شقوقِ الصخورِ . ويُسمّى هذا النوعُ **بالصخورُ البركانيةِ . ومن الأمثلةِ عليها حجرُ الغرانيت (الصوّان) وحجرُ البازالت** (حجر أسود صلب) .

وهناك نوعٌ ثالثٌ من الصخورِ يُدعى « **الصخور المتحوّلَةَ** » . **هذه الصخورُ كانت في الأصلِ رسوبيةً أو بركانيةً ، ولكنها تحولَتْ نتيجةَ تعرُّضِها للحرارةِ أو لضغطٍ شديدٍ** . ومن الأمثلةِ على هذا النوعِ الرخامُ وحجرُ المرو .

وتوجدُ في بعضِ الصخورِ عروقٌ معدنيةٌ . فإذا كانت كميةُ المعدنِ في الصخرِ كافيةً وتستحقُّ الجهدَ الذي يُبذَلُ لاستخراجِها سمّيَ الصخرُ فلزاً .

لِماذا تَتَعَدَّدُ أنواعُ الرِّمَال ؟

عندما يتعرّضُ صخرٌ صلبٌ لمفعولِ الرياحِ والأمطارِ والجليدِ ، ويتحطَّمُ إلى أجزاءَ صغيرةٍ ، تتكسّرُ بدورِها إلى جزيئاتٍ أصغرَ ، قطرُ الواحِدِ منها ٢/١٠٠ من السنتمتر يكونُ هذا الصخرُ قد تحوَّلَ إلى « رملٍ » .

وما دامَ الرملُ يتكوّنُ من جزيئاتِ الصخورِ الّتي تدخلُ المعادنُ في تركيبِها ، فإنّنا نجدُ هذه المعادنَ في الرملِ . المعدنُ الذي نجدهُ في الرملِ أكثرَ من غيرِهِ هو الكوارتز أو المرو ، وذلك لقسوةِ هذا المعدنِ ووفرتِهِ . وفي بعضِ الأحيانِ تتكوّنُ الرمالُ من الكوارتز بنسبة ٩٩٪ . أما المعادنُ الاخرى التي نجدهُا في الرمالِ فهي « الفلسبار » أو « سليكاتُ الألمنيوم » وكربوناتُ الكلسيوم المتبلّرةُ ، والميكا ، وفلزاتُ الحديدِ ، كما نجدُ نسباً ضعيفةً من التُرمالين والتوباز .

نجدُ الرملَ حيثما تعرّضتِ الصخورُ لعواملِ الطقسِ . وشواطىء البحارِ في طليعةِ الأماكنِ التي تتشكّلُ فيها الرمالُ . عند الشواطىءِ تجتمعُ عواملُ المدِّ الذي يتقدمُ ويتراجَعُ فوقَ الصخورِ ، والرياحُ التي تهبُّ على الصخورِ ، ومياهُ البحرِ المالحةِ بقدرتِها على تحليلِ بعضِ المعادنِ في الصخورِ ؛ هذه العواملُ جميعاً تساعِدُ على تشكيلِ الرمالِ .

وتحملُ الرياحُ حباتِ الرملِ من الشواطىءِ إلى داخلِ اليابسةِ . ويمكنُ

في بعضِ الأحيانِ أن تحملَ الرياحُ قدْراً كبيراً من الرمالِ يكفي لتغطيةِ غابةٍ كاملةٍ بالكثبانِ الرمليةِ .

ورمالُ الصحراءِ كيف نشأَتْ ؟ معظمُ رمالِ الصحراءِ جاءتْ بها الرياحُ . وفي بعضِ الحالاتِ تكونُ رمالُ الصحراءِ ناشئةً من تفتّتِ الصخورِ . كما أنَّ هناكَ صحارى كانت ذاتَ يومٍ أعماقاً بحريةً ثم انحسرتِ المياهُ عنها منذُ آلافِ السنينِ ، تاركةً وراءَها الرمالَ .

الرملُ مادةٌ مفيدةٌ جدّاً . فهو يُستخدمُ بمقاديرَ كبيرةٍ في البناءِ الحديثِ . عندما يُمزجُ « **بالتُرابةِ** » والماءِ يشكِّلُ عجينةً لاصقةً تشبهُ الطينَ تُسمّى « **المِلاطَ** » . هذا المِلاطُ يجفُّ بسرعةٍ ويتصلَّبُ فيُسمّى « **الاسمنتَ** » . ويُستخدَمُ **الرَّملُ في صنعِ الزُّجاجِ** ، وورقِ السّنفرةِ (ورق الزجاج) ، كما يستخدمُ في تصفيةِ المياهِ وتنقيتِها .

مَا الرِّمَالُ المتحرِّكة ؟

منذ قرونٍ عديدةٍ والذُّعرُ يصيبُ الناسَ من **الرمالِ المتحركةِ** . إذ يظنُّون أنَّ هذه الرمالَ تملكُ قدرةً عجيبةً على ابتلاعِ الضحيةِ إلى الأعماقِ وإخفائِهَا .

والحقيقةُ أنَّ الرمالَ المتحركةَ لا تملكُ مثلَ هذه القوةِ . وإذا عرفنا كيف نتصرفُ متى وقعنا فيها فإنها لا يمكنُ أن تصيبَنا بأذى .

فما الرمالُ المتحركةُ ؟ إنها رمالٌ خفيفةٌ سائبةٌ غيرُ متماسكةٍ ، ممتزجةٌ بالمــاءِ . ولا يختلفُ منظرُها عن منظرِ الرمالِ العاديةِ التي قد تكونُ بجوارِها . لكنْ هناك فارقٌ أساسيٌّ : الرمالُ المتحركةُ لا تحملُ الأجسامَ الثقيلةَ .

تتكوّنُ بُؤَرُ الرمالِ المتحركةِ عند مصبّاتِ الأنهارِ وعلى الشواطىءِ الرمليةِ التي توجدُ تحتَها طبقةٌ من الصلصالِ . ويجتمعُ الماءُ في الرملِ لأنّ الطبقةَ الصلصاليةَ الكائنةَ تحتَه كتيمةٌ تحولُ دونَ تسرُّبِ الماءِ إلى طبقاتِ الأرضِ . ويأتي الماءُ من مصادرَ عديدةٍ ، من تياراتِ النهرِ أو من البركِ .

وحباتُ الرملِ هنا مختلفةٌ عن حباتِ الرملِ المألوفةِ ، فهي مستديرةٌ (أو كروية) بدلَ أن تكونَ ذاتَ زوايا ورؤوسٍ حادةٍ . يتخلَّلُ الماءُ حباتِ الرملِ ويرفعُها بحيثُ تبدو وكأنَّ بعضَها يسابقُ البعــضَ الآخرَ في الارتفاعِ أو يعلو فوقَهُ . ولهذا السببِ كانت عاجزةً عن الإمساكِ (أو حملِ) بالأجسامِ الثقيلةِ .

بعضُ الرمالِ المتحركةِ ليست مكوَّنةً من الرمالِ . قد تكونُ من ترابٍ غيرِ متماسكٍ ، أو تكونُ مزيــجاً من الرملِ والوحلِ .

إذا وِطـىءَ الإنسانُ هذه الرمالَ المتحركةَ فإنه لا يختفي نهائياً . وما دامتِ الرمالُ المتحركةُ تحوي كثيراً من الماءِ فهي تمكّنُ الإنسانَ من العَوْمِ . وبما أنَّ الرمالَ المتحركةَ أثقلُ من الماءِ فإن باستطاعةِ الإنسانِ أن يعومَ فيها بسهولةٍ وأن يعلوَ على سطحِها أكثرَ مما يعلو على سطحِ الماءِ .

المهمُّ هو التحرُّكُ البطيءُ في الرمالِ المتحركةِ بحيثُ يُتاحُ لها الوقتُ لتتحركَ وترفَعَ الجسمَ . فإذا تحرّكَتْ أصبحت كالماءِ الذي نسبحُ فيه .

مَا الصَّواعِدُ والنّوازِل ؟

النوازلُ والصواعدُ تظهرُ في كثيرٍ من **المغاوِرِ والكهوفِ الجوفيةِ** . ومن أشهرِ الأمثلةِ على هذه الظاهرةِ مغارةُ **جعيتا** ومغارةُ **قاديشا** بلبنان . فكيفَ تتكوّنُ هذه الحُلَيْماتُ الصاعدةُ والهابطةُ ؟

تنشأُ هذه الظاهرةُ في مغاورَ ذاتِ صخورٍ كلسيةٍ . والحجرُ الكلسيُّ حجرٌ طريٌّ ويمكنُ أن ينحلَّ بفعلِ أيِّ حمضٍ (أسيد) ضعيفٍ . والحمضُ الضعيفُ متوفرٌ في ماءِ المطرِ . فقطراتُ المطرِ أثناءَ هبوطِها تأْخُذُ ثاني أكسيد الفحمِ (أو الكربون) من الهواءِ ومن التربةِ . وغازُ ثاني أوكسيد الفحمِ يحوِّلُ ماءَ المطرِ إلى حمضِ الفحمِ (أسيد الكربون) .

ولنتصوّرْ أنه منذُ مليونِ سنةٍ تجمَّعَتْ قطرةُ ماءٍ في سقفِ المغارةِ . عندما **تجفُّ القطرةُ أو تتقطرُ تتركُ مكانَها على السقفِ حلقةً رقيقةً جدّاً من بلوراتِ الكلسِ** . ثم تأْتي قطرة ثانيةٌ ، وقطرةٌ ثالثةٌ ، ورابعةٌ . . . وكلٌّ منها تتركُ حلقةً رقيقةً من الكلسِ في المكانِ نفسِهِ . وبمرورِ الزمنِ تُشَكِّلُ الحلقاتُ المتراكمةُ « **حلمةً** » متدلِّيةً من السقفِ . وهذا ما يُعرفُ **بالنوازِلِ** .

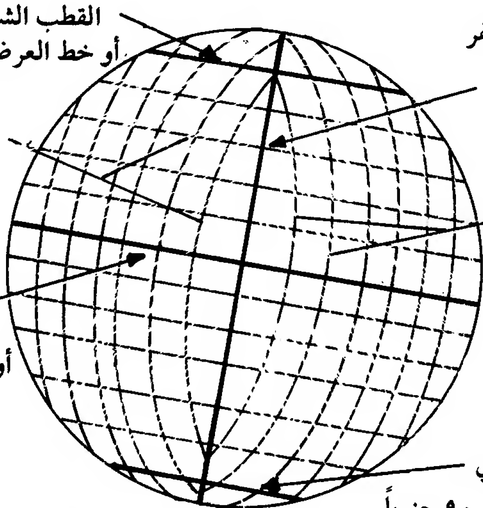
ونتصوَّرُ قطرةً أُخرى تهبطُ على أرضِ المغارة . ومتى جفّتْ فإنّها تتركُ مكانَها حلقةً من بلوراتِ الكلسِ . وبمرورِ الزمنِ تهبطُ آلافُ القطراتِ في البقعةِ نفسِها . وتتحوّلُ حلقاتُ الكلسِ البلوريةُ إلى ما يشبهُ كتلَ الشمعِ . وهذا ما يسمّى **بالصواعِدِ** .

وتكبُرُ الصواعدُ والنوازلُ بنسبٍ مختلفةٍ تتوقَّفُ على رطوبةِ المغارةِ ، ودرجةِ حرارتِها ، وعلى سماكةِ الطبقةِ الكلسيةِ فوقَها . فبعضُ النوازِلِ يكبُرُ بمعدلِ بوصةٍ (٢,٥ سم) في السنةِ ، وبعضُها الآخرُ يحتاجُ إلى مئةِ سنةٍ ليكبرَ بهذا المقدار .

وفي بعضِ الأحيانِ تلتقي **الصواعدُ** أثناءَ نموِّها **بالنوازلِ** وتشكِّلُ أعمدةً . ويمكنُ أن يبلُغَ طولُ العمودِ حوالى ثلاثين متراً . كما في مغارةِ كارلسباد بنيو مكسيكو . وتتخذُ الصواعدُ والنوازلُ في مغارةِ جعيتا بلبنانَ أشكالاً تشبهُ الأعمدةَ والتماثيلَ والمنحوتاتِ الحديثة والشموعَ التزيينيةَ، وهي ما تزالُ تنمو في مختلفِ الاتجاهاتِ لأنَّها مغارةُ رطبةٌ ، ومنها ينبع نهر الكلب كما ينبع نهر قاديشا من مغارة قاديشا .

عندما يتوقَّفُ وصولُ الماءِ إلى المغارةِ الجوفيةِ فإنَّ الصواعدَ والنوازلَ تتوقفُ عن النموِ ، وتُعْتَبَرُ المغارةُ « ميتةً » .

خُطوطُ الطولِ وَخُطوطُ العَرض



افرضْ أنَّك في سفينةٍ تعبرُ المحيطَ ، أو أنَّكَ ترحلُ وسطَ صحراءَ شاسعةٍ لا وجودَ فيها لمعالمَ تحدّدُ الأماكنَ . فكيف يمكنُ أن تعيِّنَ موقعَك بحيث يمكنُ لأيٍّ شخصٍ في العالمِ أن يعثُرَ عليك ؟ هذا ما تفعلُهُ **خطوطُ الطولِ والعرضِ**. إنّها تقدّمُ الوسيلةَ لتحديدِ موقعِ أيِّ مكانٍ على سطحِ الأرضِ .

فإذا كُنّا نريدُ أن نحدِّدَ موقعَ مكانٍ بحسبِ قربِهِ أو بعدِهِ من شمالِ الكرةِ الأرضيةِ أو جنوبِها نذكُرُ خطوطَ العرضِ . **ونسمّي الخطَّ الذي يدورُ حولَ منتصفِ الكرةِ الأرضيةِ خطَّ الاستواءِ** . وخطُّ الاستواءِ هو خطُّ العرضِ صفر .

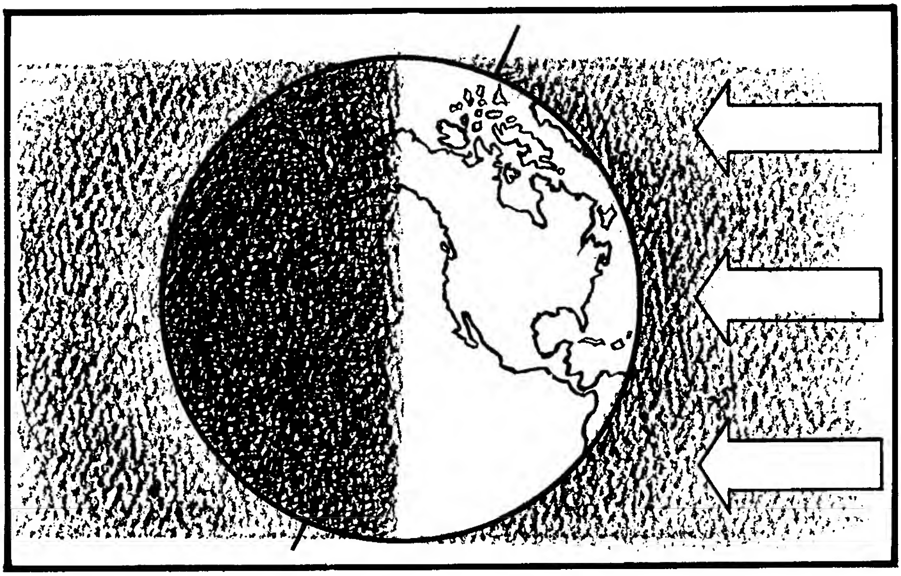
الخطوطُ شماليَّ خطِّ الاستواءِ هي خطوطُ العرضِ الشماليةُ، وجنوبيَّ خطِّ الاستواءِ هناك خطوطُ العرضِ الجنوبيةُ . وإذن بإمكانِكَ أن تتصوّرَ خطوطاً مرسومةً حولَ الكرةِ الأرضيةِ تفصلُ بينها مسافاتٌ منتظمةٌ شمالاً وجنوباً . هذه الخطوطُ متوازيةٌ فيما بينَها وموازيةٌ لخطِّ الاستواءِ . أما المسافةُ بين خطينِ فإنها لا تُقَاسُ بالميلِ أو الكيلومترِ بل **بالدرجةِ** . **والدرجةُ هي(٣٦٠/ ١) جزءٌ واحدٌ من ثلاثمئة وستين جزءاً من الدائرةِ** .

ويبعُدُ خطُّ العرضِ الواحدُ عن ا لآخرِ مقدارَ (١٥) خمسَ عشرةَ درجةً . وعندما نصلُ إل **القطبِ الشمالي** نصلُ إلى **خطِّ العرضِ (٩٠) تسعين درجةً** شمالاً ، وفي **القطبِ الجنوبي** نصلُ إلى **خطِّ العرضِ (٩٠) درجةً جنوباً** .

إذا أَردْنا أن نحدِّدَ المكانَ أو **نقيسَ المسافةَ بالنسبةِ للشرقِ والغربِ** ، نلجأُ إلى خطوطٍ نسمّيها **خطوطَ الطول** . خطوطُ الطولِ يبعُدُ واحدُها عنِ الآخرِ (١٥) درجةً شأنَ خطوطِ العرضِ . لكنْ من أيّ نقطة نبدأ ؟ لقد اعتُمِدَتْ نقطةٌ اصطلاحيةٌ تمَّ الاتفاقُ عَلَيْها منذُ زمنٍ طويلٍ ، هذه النقطةُ هي « **غرينويتش** » بانكلترا . **فخطُّ الطولالذي يمرُّ** « **بغرينويتش** » هو خطُّ الطولِ صفر . خطوطُ الطولِ تُسمّى « **خطوطَ الزوالِ** » ، وهكذا فإنّ الخطَّ الذي يمرُّ بغرينويتش هو **خطُّ** الزوالِ الأولِ . وكلّما تحرّكْنا شرقيَّ هذا الخطِّ مسافةَ **(١٥)** درجةً نكونُ قد انتقلنا إلى خطِّ الطولِ الشرقيِّ ، وإذا انتقلْنا غرباً وصلْنا إلى خطِّ الطولِ الغربي .

ولبلوغِ مزيدٍ من الدقَّةِ في تحديدِ المواقِعِ ، قُسِمَتِ الدرجةُ الواحدةُ إلى **٦٠ دقيقةً** والدقيقةُ إلى (٦٠) ثانيةً .

لماذا كان الصيفُ أشدَّ حرارة ؟



من العجيبِ أنَّ **الأرضَ تكونُ في فصلِ الصيفِ أبعدَ عن الشمسِ منها في فصلِ الشتاءِ** . وتزيدُ المسافةُ بين الأرضِ والشمسِ في الصيف ثلاثةَ ملايينِ ميلٍ . هذا الفارقُ ينتُجُ عن **الشكلِ الاهليلجي (البيضاوي) لمدارِ الأرضِ** . ورغمَ ذلك يكونُ الصيفُ أشدَّ حرارةً ، فما سببُ ذلك ؟

حرارةُ الصيفِ ليست ناتجةً عن المسافةِ بين الأرضِ والشمسِ بل عن **ميلِ محورِ الأرضِ أثناءَ دورانِها حولَ الشمس**. وقد وَجَدَ العلماءُ أنَّ **خطَّ الاستواءِ ينحرفُ** عن مدارِ الأرضِ حولَ الشمسِ بزاويةٍ تبلُغُ **٢/١ ٢٣** درجة .

ويبقى محورُ الأرضِ محافِظاً على درجةِ ميلِهِ وعلى وضعيتِهِ بالنسبةِ للمدارِ . لذلك يكونُ أحدُ القطبينِ في قسمٍ من السنةِ ، مائلاً في اتجاهِ الشمسِ . ويكونُ في قسمٍ آخرَ من السنةِ مائلاً بعكسِ اتجاهِها . **فإذا كانَ القطبُ الشماليُّ مائلاً نحوَ الشمسِ سادَ نصفَ ا لكرةِ الشماليَّ صيفٌ** . وفي هذا الوقتِ نفسِهِ يكونُ القطبُ الجنوبيُّ مائلاً في الاتجاهِ المعاكسِ للشمسِ ويسودُ نصفَ الكرةِ الجنوبيَّ فصلُ الشتاءِ . **وعندما يميلُ القطبُ الشماليُّ مبتعداً عنِ الشمسِ يحلُّ الشتاءُ ، ويكونُ القطبُ الجنوبيُّ فـي هذا الوقتِ متّجهاً نحو الشمسِ ،وهذا يسبِّبُ حلولَ الصيفِ في نصفِ الكرةِ الجنوبيِّ** . فالفصولُ متعاكسةٌ في نصفَيْ الكرةِ .

الفارقُ بين الفصولِ في الـدفءِ والبردِ ، يرجعُ إلى أسبابٍ : منها أنَّ أشعةَ الشمسِ تسقطُ في الشتاءِ مائلةً على سطحِ الأرضِ أو تكونُ أكثرَ ميلاً ، بينما تكونُ في الصيفِ عموديةً أو أقلَّ ميلاً . عندما تسقطُ الأشعةُ مائلةً تُنتِجُ قدراً أقلَّ من الحرارةِ لسببين : الأولُ أنَّ الأشعةَ المائلةَ تتوزعُ على مساحةٍ أكبرَ . والسّببُ الثاني هو أنها تفقدُ مزيداً من حرارتها وهي تخترقُ جوَّ الأرضِ مائلةً .

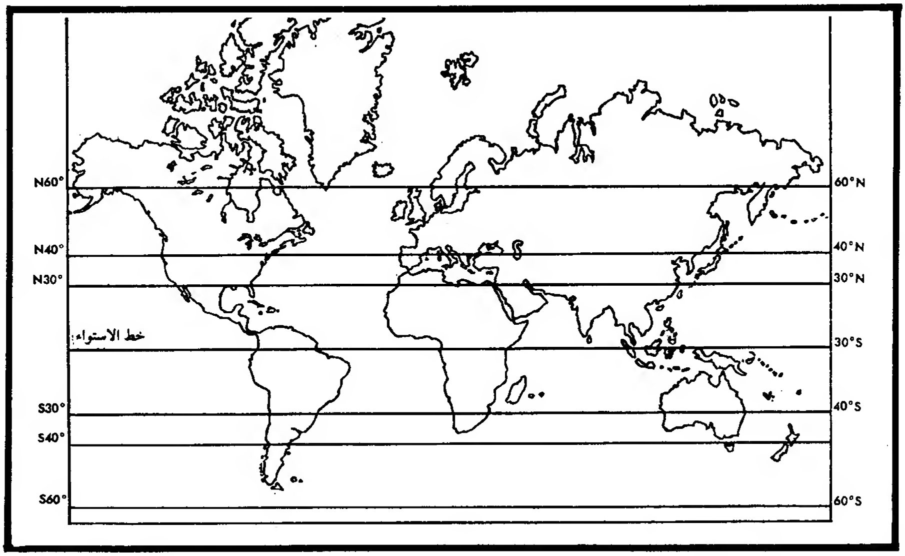
هناكَ سببٌ آخر لازديادِ الحرارةِ في الصيفِ ، وهو الفارقُ بين طولِ النهارِ وطولِ الليلِ . ولمّا كان النهارُ أطولَ من الليلِ كانَتْ فترةُ التسخُّنِ أطولَ من فترةِ التبرُّدِ مما ينتجُ فائضاً في الحرارةِ .

أما اختلافُ حرارةِ الصيفِ بين منطقةٍ وأخرى ، فتتدخَّلُ فيه عواملُ منها ، **البحارُ والاتّساعُ القاريُّ ، وخطُّ العرضِ** ، هذه العوامِلُ تساعدُ على تنظيمِ المناخِ . والماءُ عاملُ استقرارٍ يمنعُ الفوارقَ الكبيرةَ في الحرارةِ بين الليلِ

والنهارِ ، بين الصيفِ والشتاءِ . إذ أنّ اليابسةَ لا تختزنُ الحرارةَ كما يختزنُها ماءُ البحارِ ، فهي تسخُنُ بسرعةٍ وتبرُدُ بسرعةٍ . لذلك كانتِ المناطقُ الواسعةُ الممتدةُ في اليابسةِ تخضعُ لتغيراتٍ كبيرةٍ في الحرارةِ . ويُسمّى مثلُ هذا المناخِ عادةً **بالمناخِ القاريِّ** .

أمّا في المرتفعاتِ فإنّ كثافةَ الهواءِ تقلُّ كلَّما ازدادَ الارتفاعُ عن سطحِ البحرِ وتَضعُفُ بذلك قدرةُ الهواءِ على امتصاصِ الحرارةِ . **ولذلك كلّما ازدادَ الارتفاعُ انخفضتِ الحرارةُ** .

مَاعَدَدُ الأقاليمِ المنَاخية ؟



هناكَ أنماطٌ عديدةٌ من الأقاليمِ المناخيةِ على سطحِ الأرضِ . والإقليمُ المناخيُّ يتحدَّدُ باجتماعِ عواملِ الحرارةِ ، والرطوبةِ ، والرياحِ ، وأشعةِ الشمسِ بنسبٍ أو درجاتٍ معيّنةٍ على مدى سنينَ عديدةٍ .

ويمكنُ تصنيفُ الأقاليمِ المناخيةِ بحسبِ الموقعِ على خطوطِ العرضِ ، وبحسبِ نوعِ النباتاتِ التي تنمو في منطقةٍ ما . ذلك أنَّ النباتاتِ المختلفةَ تحتاجُ في نموّها إلى نسبٍ مختلفةٍ من الحرارةِ والرطوبةِ . وهكذا تستطيعُ النباتاتُ في منطقةٍ ما أن تدُلّنا على درجةِ الحرارةِ وكيفيةِ سقوطِ الأمطارِ على مدى سنين عديدةٍ .

هناك خمسةُ أقاليمَ مناخيةٍ رئيسية ، وكلٌّ منها ينقسمُ إلى أقسامٍ ثانويةٍ . هذه الأقاليمُ الخمسةُ هي : **الأقاليمُ المداريةُ - الأقاليمُ شبهُ المداريةِ أو المعتدلةِ الحرارةِ - الأقاليمُ المعتدلةُ البرودةِ - أقاليمُ الدائرةِ القطبيةِ - وأقاليمُ المرتفعاتِ الجبليةِ** .

نجد **الأقاليمَ المداريةَ بين خطَّيْ العرضِ (٣٠°) ثلاثين شمالاً و(٣٠°) جنوباً** . وتنقسمُ إلى **منطقةِ الغاباتِ الاستوائيةِ** حيث تتوفرُ الحرارةُ والأمطارُ الغزيرةُ على مدارِ السنة . وهناك منطقةُ **البراري الاستوائيةِ** حيثُ الرطوبةُ لا تكفي لنموِّ الغاباتِ فتتناثرُ الأشجارُ هنا وهناك وتنبتُ الأعشابُ ؛ كما نجدُ منطقةَ **السهوبِ الاستوائيةِ** ، وهي أشدُّ جفافاً من المنطقةِ السابقةِ وتقتصرُ النباتاتُ فيها على الأعشابِ ، وأخيراً هناك **الصحارى الاستوائيةُ** .

نجدُ **الأقاليمَ المعتدلةَ الحرارةِ بين خطَّيْ العرضِ (٣٠°) و(٤٠°)** شماليَّ خطِّ الاستواءِ وجنوبي خطِّ الاستواءِ . وتشملُ اقليمَ **البحر الأبيض** المتوسطِ الذي يتميّزُ بشتاءٍ ممطرٍ معتدلِ البرودةِ وصيفٍ حارٍّ جافٍّ ، **والإقليم شبه المداريِّ** الذي يتميّزُ بصيفٍ حارٍّ وشتاءٍ معتدلِ البرودةِ بينما تسقُطُ الأمطارُ في الفصولِ كلِّها مما يساعدُ على نموِّ الغاباتِ .

أما الأقاليمُ المعتدلةُ البرودةِ فنجدُها بين خطَّيْ العرضِ (٤٠°) و(٦٠°) شمالاً وجنوباً . وتشملُ **اقليمَ السواحِلِ الغربيةِ** (السواحلُ الغربيةُ لأوروبا وأميركا الشمالية) كما تشملُ **السهوبَ الباردةَ ومنطقةَ الصحارى الباردةَ** ، **وأقاليمَ قاريةً رطبةً** ، حيثُ لكلِّ اقليمٍ منها نباتاتُهُ المختلفةُ ونظامُ أمطارِهِ المختلفُ .

أقاليمُ الدائرتين القطبيّتين ، الشماليةِ والجنوبيةِ ؛ **وتمتدُّ الدائرةُ القطبيةُ من**

خطِّ العرضِ (٦٠°) شمالاً أو جنوباً حتّى الـقطبين . في هذه الأقاليمِ تشتدُّ البرودةُ شتاءً ، أما الصيفُ فيبقى بارداً معتدِلاً إلى حدٍّ ما . وتشملُ هذه الأقاليمُ **إقليمَ الأشجارِ النفضيةِ** (الصنوبرية) (وهو إقليمٌ شديدُ البرودةِ شتاءً) ؛ **واقليمُ التّوندرا** أو الصحارى القطبيةِ . وهو إقليمٌ يتميّزُ بالبرودةِ القاسيةِ ولا تنبتُ فيه إلاّ بعضُ الأعشابِ والطحالبِ ، ثم **الإقليمُ القطبيُّ** حيثُ يسودُ غـطاءٌ جليديٌّ طوالَ العامِ .

أما **أقاليمُ المرتفعاتِ الجبليةِ** فنجدهافي الجبالِ المرتفعةِ حيثُما كانتْ في العالمِ وعلى أيّ خطٍّ من خطوطِ العرضِ ولو كانَ خطَّ الاستواءَ .

هَل القطبُ الجنوبيّ باردٌ كالقطبِ الشمالي؟

المنطقتانِ القطبيتان بالنسبةِ لكثيرين منَّا ، أرضٌ غامضةٌ ، وأرضُ أسرارٍ . ليست لدينا فكرةٌ واضحةٌ عن شكلِ الأرضِ هناكَ ونتصوَّرُ أنّ المنطقتينِ متشابهتانِ . والغريبُ هو أنَّ وجوهَ الاختلافِ بين **المنطقةِ القطبيةِ الجنوبيةِ** (آنتاركتيكا) **والمنطقةِ القطبيةِ الشماليةِ** (آركتيكا) أكثرُ بكثيرٍ من وجوهِ التشابهِ .

تتكوَّنُ المنطقةُ القطبيةُ الجنوبيةُ في معظمِها من قارةٍ سُمِّيَتْ « آنتاركتيكا » مساحةُ هذه القارةِ المغطاةِ بالجليدِ والثلوجِ تساوي مساحةَ قارةِ أوروبا ودولةِ الولاياتِ المتّحدةِ مجتمعتينِ . **أمّا المنطقةُ القطبيةُ الشماليةُ فهي** ، على العكسِ من ذلك ، **تتكوّنُ من المحيطِ المتجمّدِ الشمالي الذي تحيطُ به أطرافُ القاراتِ** الثلاثِ ، أميركا الشماليةِ وأوروبا وآسيا .

هناك فارقٌ كبيرٌ آخر ، هو أنَّ الكائناتِ الحيَّةَ بما فيها الانسانُ والحيوانُ والنباتُ قد ارتحَلَتْ بالتدريجِ في اتجاهِ المنطقةِ القطبيةِ الشماليةِ ، عندما استطاعتْ أن تكيِّفَ نفسَها مع شروطِ البيئةِ القطبيةِ . أمّا القارةُ القطبيةُ الجنوبيةُ فإنّ مئاتِ الأميالِ من المسافاتِ البحريةِ تفصلُها عن أي قارةٍ أخرى باستثناءِ أميركا الجنوبية ، ولذلك ليسَتْ فيها حيواناتٌ بريةٌ ولا سكانٌ أصليّون . والحياةُ النباتيةُ فيها نادرةٌ تقتصرُ على الطحالبِ والأشنةِ وبعضِ الحشائشِ وقليلٍ جداً من الأعشابِ المزهرةِ .

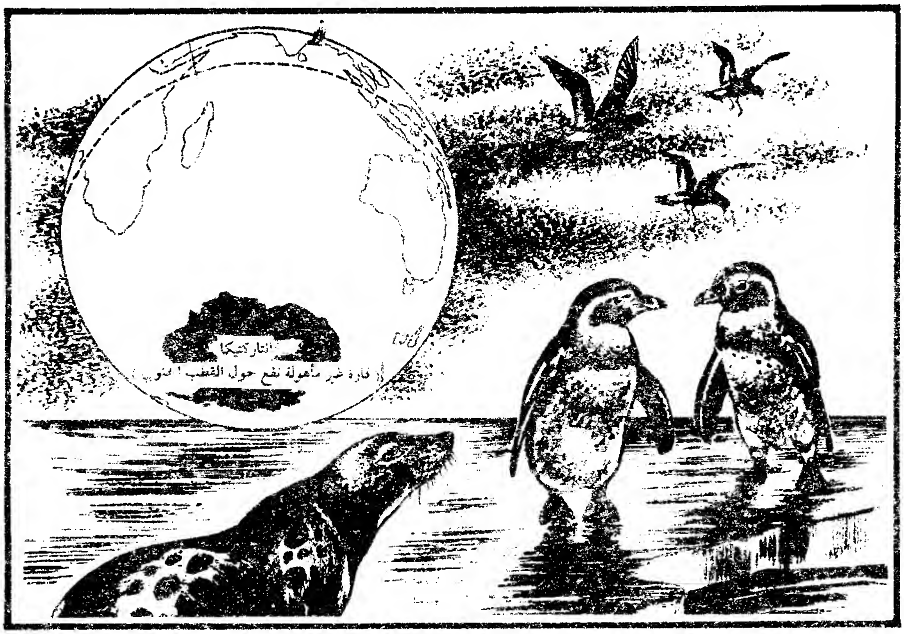
ربّما كانَ من الطريفِ أن نذكرَ ، بهذه المناسبةِ ، السببَ الذي جعلَ طيورَ

البطريقِ تبقى وتنعُمُ بالحياةِ في هذه المنطقةِ ! هذا السببُ يعودُ إلى غيابِ أيِّ منافسٍ أو عدوٍّ لها .

أما الأحوالُ المناخيةُ في آنتاركتيكا (القارةِ القطبيةِ الجنوبيةِ) فتتميّزُ بخاصّتينِ رئيسيتينِ : **بالحرارةِ المنخفضةِ جداً حتى في فصلِ الصيفِ** ، وبهبوبِ أعظمِ العواصفِ الثلجيةِ على سطحِ الكرةِ الأرضيةِ في فصلِ الشتاءِ . تندفعُ تياراتُ الهواءِ ، في المنطقةِ القطبيةِ الشماليةِ، من مياهِ البحرِ التي تحيطُ بالقطبِ فتساعِدُ على رفعِ درجةِ الحرارةِ قليلاً . بينما يعملُ الغطاءُ الجليديُّ الشاسِعُ الذي يغمرُ آنتاركتيكا على زيادةِ برودةِ الهواءِ وبالتالي زيادةِ كثافتِهِ ورفعِ الضغطِ الجوّي فيصبحُ المناخُ أشدَّ قسوةً من مناخِ المنطقةِ القطبيةِ الشماليةِ .

وتبقى درجةُ الحرارةِ في آنتاركتيكا تحتَ الصفرِ حتّى في أشهرِ الصيفِ . يمكنُ بينَ الحينِ والحينِ أن ترتفعَ الحرارةُ في الصيفِ بضعَ درجاتٍ فوقَ الصفرِ (أو درجة تجمّدِ الماءِ) ، غيرَ أنَّها يمكنُ أن تصلَ إلى حوالى عشرين درجة تحتَ الصفرِ حتى في منتصفِ الصيفِ . أما معدَّلُ درجةِ الحرارةِ في الشتاءِ فيتراوحُ بينَ ثلاثينَ وخمسينَ درجةً تحت مستوى تجمّد الماء .

هل هُنَاك نوعٌ من أنواعِ الحيَاة في القارةِ القطبيةِ الجنوبية ؟



القارةُ القطبيّةُ الجنوبيةُ (أنتاركتيكا) هي المنطقةُ المحيطةُ بالقطبِ الجنوبي . وهي القارةُ الخامسةُ في كبرِ المساحةِ . إذْ تعادِلُ مساحةَ أوروبا والولاياتِ المتّحدةِ مجتمعتينِ . إنّها أبردُ بقاعِ الأرضِ وأشدُّها ظلاماً . ويحيطُ بها أكثرُ البحارِ قسوةً على سطحِ الأرضِ . تهبُّ فيها رياحٌ شديدةٌ وعواصفُ ثلجيّةٌ . وتقلُّ فيها الأمطارُ ، والبردُ شديدٌ فيها ، حتّى أنّه يجعلُ القارةَ بكامِلِها قاحلةً وغيرَ مناسبةٍ للعيشِ . فالشمسُ لا تُشرقُ أبداً مدةً كافيةً لتدفىءَ الأرضَ ،

والثلجُ يغطّي المنطقةَ على مدارِ السنةِ . وأخفضُ درجاتِ الحرارةِ التي سُجِّلَتْ على سطحِ الأرضِ كانت في « أنتاركتيكا » . **إذ تنخفضُ فيها الحرارةُ إلى أكثرِ من مئةٍ تحتَ الصفرِ** (ـ ١٠٠) فهرنهايت ، أو (ـ ٧٣)درجة مئوية (تحت الصفر) . (تذكرْ أنّ درجةَ **٣٢** فهرنهايت تعادلُ الدرجةَ صفر مئوية ، أي درجة تجمّدِ الماء) .

وبسبَبِ هذا البردِ الشديدِ لا يفسدُ فيها شــيء ، لا عفنَ ولا صدأً ، ولا بكتيريا .

إذنْ ماذا يمكنُ أن نجدَ تحتَ الغطاءِ الجليدي في « أنتاركتيكا » ؟ لمْ يُكتَشَفْ شــيءٌ كافٍ حتّى الآن . بعضُ طبقاتِ الفحمِ الحجريِّ ، وبعضُ العروقِ المعدنيةِ هي كلُّ ما استطاعَ المُسْتَكشِفُونَ أن يجدوه . ربّما كانتْ هناكَ معادنُ أخرى ، لكنَّ عملياتِ استخراجِها ستكونُ صعبةً وتكلّفُ نفقاتٍ باهظةً لذلك لم تُمَسَّ حتّى الآنَ .

النباتاتُ الوحيدةُ الموجودةُ في « أنتاركتيكا » هي **من الفصائلِ المتدنيةِ كالطحالبِ والأشنةِ والفطرِ** ؛ وهي نباتاتٌ غيرُ مهمةٍ ولا تشكِّلُ قيمةً غذائيةً .

الطيورُ الّتي تُصادَفُ في المنطقةِ هي نوعٌ من طيورِ **النَّوْرسِ يسمّى الكرْكَرَ ، وطائرُ النوءِ الثلجي** ، وأنواعٌ من طيورِ **البطريقِ** . وطيورُ البطريقِ تعيشُ وتعشِّشُ على شـواطىءِ القارةِ . وقد ضَمُرَتْ أجنحةُ هذهِ الطيورِ حتى باتَتْ عاجزةً عنِ الطيرانِ فوقَ اليابسةِ ، لكنَّها تسبحُ جيِّداً في الماءِ . وفي مياهِ القارةِ أنواعٌ من **الفقْمةِ أو عجلِ البحرِ** . والصناعةُ الوحيدةُ في القارةِ القطبيةِ الجنوبيةِ هي **صيدُ الحيتانِ** . غيرَ أنّ هذا الصيدَ قد قضَى على العديدِ من الحيتانِ حتى فُرِضَتْ رقابةٌ دوليةٌ تحدُّ من صيدِ الحوتِ .

أين يكثر سقوط الأمطار ؟

هناكَ عواملُ كثيرةٌ تتدخَّلُ في نسبةِ سقوطِ الأمطارِ أو الثلوجِ في منطقةٍ من مناطقِ الأرضِ . من هذه العوامِلِ **درجةُ الحرارةِ** ، **والارتفاعُ فوقَ سطحِ البحرِ** ، **وموقعُ سلاسلِ الجبالِ** ، **والقربُ من البحرِ** وغيرُ ذلك .

ربّما كانت أكثرُ مناطقِ العالمِ أمطاراً تقع في جبلِ « **ويااليال** » **بهاوائي** ، في جزيرةِ كاواي ، **إذ يبلُغُ المعدلُ السّنويُّ لسقوطِ الأمطارِ فيها** ، (٤٧١,٦٨) **أربعمئة وإحدى وسبعين بوصةً وثمانيةً وستين بالمئةِ من البوصةِ** . وتأتي **شيرابونجي بالهند** بعدَ هذا الجبلِ في ارتفاعِ معدلِ الأمطارِ ، إذ يبلُغُ المعدل السنويُّ للأمطارِ بين (٤٢٥) و(٤٥٠) بوصةً . وذاتَ مرةٍ سقطَ على **شيرابونجي** مقدارُ (١٥٠) بوصةً من الأمطارِ في خمسةِ أيامٍ فقط . وفي عامِ ١٨٦١ وصلَ معدلُ الأمطارِ إلى (٩٠٥) تسعمئة وخمس بوصات .

لكن قد لا تعني لكَ هذهِ الأرقامُ شيئاً إنْ لم نقارنْها بأرقامِ معدّلِ المطرِ في العواصمِ العربيةِ والعالميةِ :

يبلُغُ المعدّلُ السنويُّ للأمطارِ في مدينةِ **الجزائر ٣٠ بوصة ، وفي بنغازي (١٠,١)** بوصات ، **وفي طرابلس الغرب (١٤,٢) بوصة ، وفي تونس (١٦,٥) بوصة ، وفي بيروت (٣٥)** بوصة ، **وفي القدس (٣٠) بوصة ، وفي الرياض (٣,٢) بوصات ، وفي مدريد (١٧) بوصة ، وفي باريس (٢٢) بوصة ، وفي نيويورك**

(٤٠) **بوصة** . هكذا يبدو الآنَ الفارقُ بين معدلِ الأمطارِ في هذه العواصمِ وبين معدلِ الأمطارِ في شيرابونجي البالغِ (٤٥٠) بوصة .

أما **أكثرُ مناطقِ العالمِ جفافاً فربما كانت « آريكا » في تشيلي ، حيثُ لا يزيدُ معدلُ الأمطارِ عن (٠,٠٢) بوصة في السنة !**

هناكَ مناطقُ واسعةٌ من العالمِ تتلقّى أمطاراً غزيرةً على مدارِ السنةِ . مناطقُ خطِّ الاستواءِ كلُّها تقريباً تتلقى (٦٠) بوصةً سنوياً . وسببُ ذلك أنّ المنطقةَ الاستوائيةَ هي مُلتقى تيارين هوائيّين كبيرين . فعلى طولِ المنطقةِ الاستوائيةِ يلتقي تيارُ الهواءِ الآتي من الشمالِ بتيارِ الهواءِ الآتي من الجنوبِ ، ويحدُثُ ارتفاعٌ للهواءِ الحارِ المُشبَعِ ببخارِ الماءِ . وإذ يرتفعُ هذا الهواءُ إلى طبقةٍ جويةٍ باردةٍ يتكاثفُ قدرٌ كبيرٌ من بخارِ الماءِ ويهطُلُ أمطاراً .

وتهطلُ أمطارٌ غزيرةٌ على سفوحِ السلاسلِ الجبليةِ المواجهةِ للرياحِ . أما السفوحُ الأُخرى المحجوبةُ عن الريحِ فإنّها تتلقّى قدراً أقلَّ بكثيرٍ . من الأمثلةِ على ذلك سلسلةُ جبالِ لبنانَ الغربيةِ . تتلقّى السفوحُ الغربيةُ المواجهةُ للبحرِ الأبيضِ المتوسطِ قدراً من الأمطارِ يفوقُ بكثيرٍ ما تتلقاهُ سفوحُها الشرقيَّةُ ، وذلك لأنَّ الرياحَ الغربيةَ المشبعَةَ ببخارِ الماءِ تتبرّدُ وهي تصعدُ سفوحَ الجبالِ فيتكاثفُ البخارُ ، ويسقطُ مطراً أو ثلجاً فوقَ السفوحِ الغربيةِ . وعندما تصلُ الرياحُ إلى المنحدرِ الآخرِ للجبالِ تكونُ قد أسقَطَتِ القسمَ الأكبرَ من رطوبتِها ، ولذلك يقلُّ المطرُ فوقَ السفوحِ الشرقيةِ ، ويقلُّ بدرجةٍ أكبرَ فوقَ جبالِ الداخلِ أو جبالِ السلسلةِ الشرقيةِ .

هَل الصَحارى حَارة دَومًا ؟



صارتْ كلمةُ صحراء مرادفةً للحرارةِ الشديدةِ . والواقعُ أنَّ معظمَ الصحارى المشهورةِ في العالمِ هي أماكنُ ترتفعُ فيها درجةُ الحرارةِ ارتفاعاً شديداً ، وفيها تُلهِبُ الشمسُ الرمالَ بلا رحمةٍ . لكنَّ هذا لا يعني أنَّ كلَّ صحراءَ حارةٌ بالضرورة ! لنتَّفِقْ أولاً على تعريفٍ للصحراءِ ، ولنرَ ما إذا كانَتْ الصحارى حارةً بالضرورة .

الصحراءُ هي منطقةٌ لا تسمحُ إلاّ بنمطٍ معينٍ من أنماطِ الحياةِ ، وذلك بسببِ النقصِ الشديدِ في الرطوبةِ والمياهِ .

في الصحراءِ « الحارةِ » لا تسقطُ الأمطارُ بكمياتٍ كافيةٍ . وإذن ينطبقُ عليها التعريفُ السابقُ . لكن لِنفترضْ أنَّ هناكَ منطقةً يتجمَّدُ فيها الماءُ باستمرارٍ بحيثُ

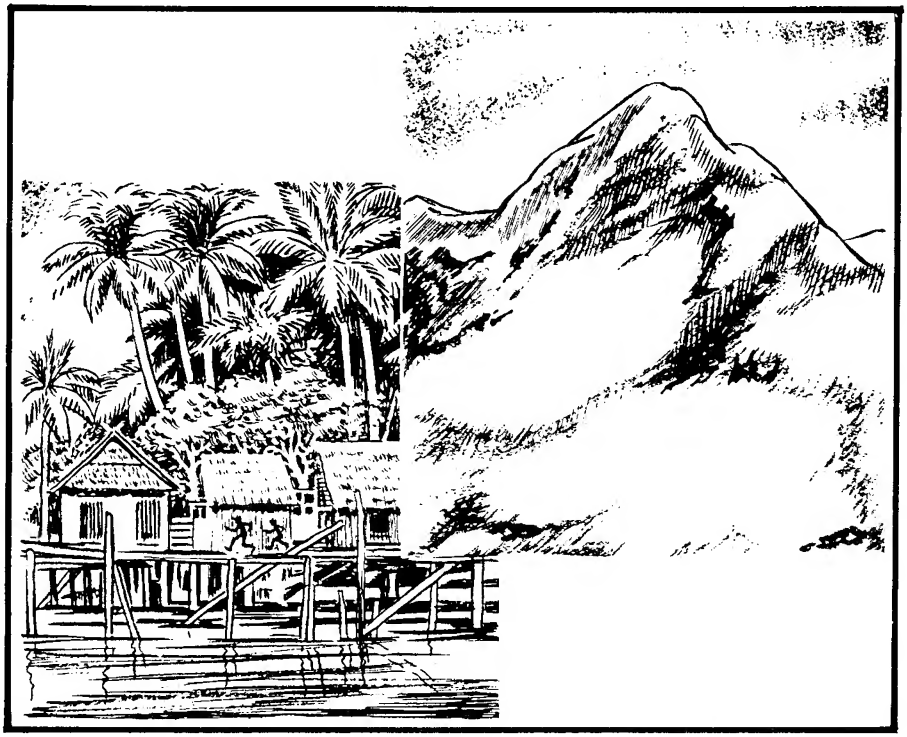
لا يفيدُ منه النباتُ ، فالتعريفُ ينطبقُ على هذِهِ أيضاً . الفارقُ الوحيدُ هو أنّها تُعتبرُ صحراءَ « باردةً » .

هل تعرفونَ ، على سبيلِ المثالِ ، **أن معظمَ مناطقِ القطبِ الشمالي صحارى ؟** فمعدَّلُ سقوطِ الأمطارِ فيها يقلُّ عن (١٥) بوصة في السنة ، ومعظمُ الماءِ الموجودِ فيها متجمِّدٌ . ولذلك تصحُّ عليها تسميةُ صحراء . وهناك في أواسطِ آسيا صحارى تتميَّزُ ببرودتِها القاسيةِ في الشتاءِ .

معظمُ الصحارى القاحلةِ الحارةِ التي نعرفُها أو نسمعُ عنها تقعُ في حِزَامَيْنِ حولَ الكرةِ الأرضيةِ أحدُهما شماليَّ خطِّ الاستواءِ والثاني جنوبيَّ الاستواءِ . والجفافُ في هذه المناطقِ هو نتيجةٌ لضغطٍ جويٍّ مرتفعٍ يمنعُ سقوطَ الأمطار . وهناكَ صحارى أخرى بعيدةٌ عن خطِّ الاستواءِ ، والجفافُ فيها نتيجةٌ لوقوعِها وراء حواجزَ جبليةٍ مرتفعةٍ تحجُبُ الرياحَ البحريةَ التي تحملُ بخارَ الماءِ ، مِمّا يجعلُ المناطقَ الداخليةَ جافةً .

لا تنبعُ في الصحراءِ أنهارٌ كبرى . لكن يمكنُ للنهرِ أن ينبعَ في مناطقِ الأمطارِ ثم يعبرُ الصحراءَ نحوَ البحرِ . فالنيلُ مثلاً يجري مخترقاً منطقةً صحراويةً ، كما أن نهرَ الكولورادو في الولاياتِ المتحدةِ يجري وسطَ منطقةٍ صحراويةٍ .

هل منطقة خطِّ الإستواءِ أشدُّ المناطِقِ حرارة ؟



عندما نتكلّمُ عن تميّزِ مناطقَ من الأرضِ « بالحرارةِ » أو « البرودَةِ » نكونُ قد دخلنا بحثَ الأقاليمِ المناخيةِ . **بصورةٍ عامةٍ تتحدَّدُ الأقاليمُ المناخيةُ بنسبةِ حرارةِ الشمسِ فيها .**

فحرارةُ الشمسِ هي التي تدفىءُ الأرضَ ، والمحيطاتِ ، والجوَّ . وحرارةُ

الشمسِ **تبخّرُ الماءَ** فيتشبَّعُ الهواءُ بالرطوبةِ ، ويصبحُ سقوطُ الأمطارِ ممكناً . وحرارةُ الشمسِ **تسبِّبُ تفاوُتاً في الضغطِ الجوّي** ، مما يولّدُ الرياحَ ؛ وحرارةُ الشمسِ مع الرياحِ هي التي **تكوِّنُ التياراتِ البحريةَ** . وهكذا لدى الكلامِ على المناخِ في منطقةٍ معينةٍ ينبغي أن نأخذَ في الاعتبارِ حرارةَ الشمسِ وأثرَها في تلك المنطقةِ .

وبما أنّ سطحَ الأرضَ كرويٌّ محدَّبٌ كانَ تأثيرُ أشعةِ الشمسِ في منطقةِ خطِّ الاستواءِ يبلُغُ الحدَّ الأقصى ، بينما يبلُغُ الحدَّ الأدنى في المناطقِ القطبيةِ ، ذلك أنّ **أشعةَ الشمسِ تسقُطُ عموديةً على منطقةِ الاستواءِ** . أمّا في المناطقِ الواقعةِ شماليَّ أو جنوبيَّ المنطقةِ الاستوائيةِ فإنَّ أشعةَ الشمسِ تسقطُ عليها منحرفةً قليلاً . ويزدادُ هذا الانحرافُ كلّما ابْتعدْنا شمالاً أو جنوباً . هذا يعني أنَّ المنطقتينِ الواقعتين شماليَّ أو جنوبيَّ المنطقةِ الاستوائيةِ أو المداريةِ ، تتلقيانِ قدراً أقلَّ من أشعةِ الشمسِ ؛ ولذلك سُمِّيتا بالمنطقتينِ المعتدلتينِ الشماليةِ والجنوبيةِ . وهذا يعني أيضاً أنّه كلّما ابتعدتِ المناطِقُ عن المنطقةِ الاستوائيَّةِ أو المداريةِ تلقَّتْ قدراً أقلَّ من حرارةِ الشمسِ .

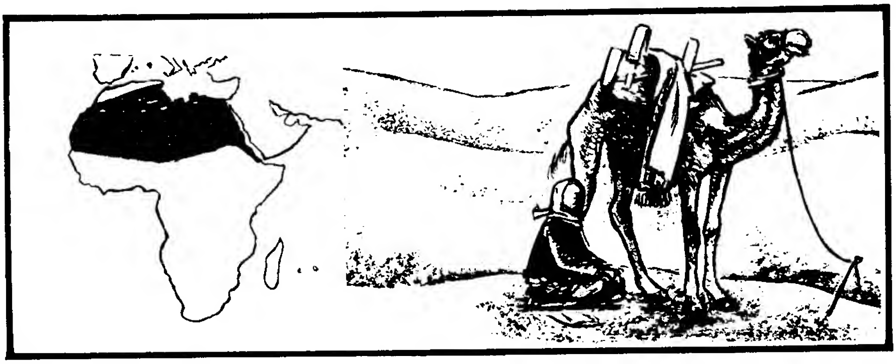
عندما يسقطُ شعاعٌ ما على سطحِ الأرضِ وفق زاويةٍ ، أي منحرفاً ، فإنّه يخترقُ في طبقاتِ الجوِّ مسافةً أكبرَ من تلكَ التي يخترقُها الشعاعُ الساقطُ عمودياً . وفوق ذلك فإنَّ الطبقاتِ الجويةَ تمتصُّ قدراً من حرارتِهِ ، وهذا سببٌ آخرُ من أسبابِ تناقصِ الحرارةِ في المناطقِ البعيدةِ عن المنطقةِ الاستوائيةِ .

هذا كلُّه **يجعلُ المنطقةَ الاستوائيةَ أكثرَ مناطقِ الأرضِ استقبالاً لحرارةِ الشمسِ** . لكنّ هذا يقتصرُ على المناخِ من حيثُ ارتباطه بحرارةِ الشمسِ . إذ

أنّ هناكَ عواملَ أخرى تتدخَّلُ في تحديدِ المناخِ الطبيعي أو المناخِ القائمِ فعلياً على سطحِ الأرضِ .

وفي طليعةِ هذه العوامِلِ الإضافيةِ ، **الماءُ** ، **والتربةُ** ، **والارتفاعُ عن سطحِ البحرِ** . فمياهُ المحيطاتِ ، والتياراتُ البحريةُ ، ووجودُ مساحاتٍ شاسعةٍ من الأرضِ والارتفاعُ عن سطحِ البحرِ ، هذه العواملُ جميعُها تشتركُ في تكوينِ مناخٍ معينٍ ، بصرفِ النظرِ عن موقعِ المنطقةِ وعن قربِها أو بعدِها عن خطِّ الاستواءِ . ولهذا يمكنُ أن نجدَ، في أيِّ وقتٍ من الأوقاتِ، بقعةً من الأرضِ بعيدةً عن خطِّ الاستواءِ وأشدَّ حرارةً من المنطقةِ الاستوائيةِ ، ولو كانَتْ هذه المنطقةُ أكثرَ المناطقِ استقبالاً لحرارةِ الشمسِ .

هل كانت الصَحراء الافريقيّة قاحِلة منذ القِدم ؟



الصحراءُ الافريقيَّةُ أشدُّ مناطقِ العالمِ حرارةً في الصيفِ وأكبرُ صحارى العالمِ . تبلغُ مساحتُها أكثرَ من (٣,٥٠٠,٠٠٠) ثلاثةِ ملايين وخمسمئةِ ألفِ ميلٍ مربّعٍ (أوخمسة ملايين وسبعمئة ألف كلم٢) .

مع ذلك فإنَّ معظمَ أقسامِ هذِهِ الصحراءِ كانَ ذاتَ يومٍ مغموراً بالماءِ ! في عصورٍ غابرةٍ كان فيها أنهارٌ ووديانٌ . والواقعُ أنَّ بعضَ الناسِ يظنّونَ أنَّ رمالَ الصحراءِ تكوَّنَتْ يومَ كانَتْ قعراً لبحرٍ عظيم . غيرَ أنَّ أهلَ الاختصاصِ يرفضونَ هذه النظريةَ .

كلُّ ما نعرفُهُ أن الصحراءَ الأفريقيةَ كانت ذاتَ مناخٍ رطبٍ معتدلٍ أو مداري . وربّما كان فيها نباتاتٌ وأشجارٌ . غيرَ أنَّ الحياةَ النباتيةَ قد اختفَتْ تدريجياً وصارتِ المنطقةُ جافةً . ولمّا جفّتِ التربةُ أخذتْ عواملُ التعريةِ والحتِّ

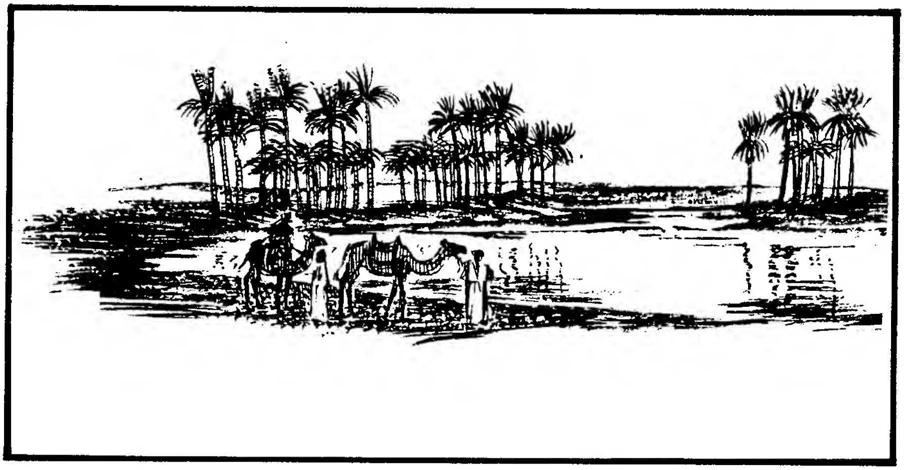
ولا سيما الرياحُ تفتِّتُ الصخورَ حتى تحولتْ إلى رمالٍ ، مع ذلك ما تزالُ هناكَ بعضُ الواحاتِ ، حيثُ تنمو النباتاتُ والأشجارُ وحيث توجدُ الينابيعُ والآبارُ الطبيعيّة .

سببُ جفافِ الصحراءِ يعودُ إلى الرياحِ التي تهبُّ على المنطقة . إنها الرياحُ الشماليةُ الشرقيةُ ، المعروفةُ باسمِ الرياحِ التجاريةِ ، التي تهبُّ باستمرارٍ في اتجاهِ المنطقةِ الاستوائيةِ . وكلَّما اقتربَ الهواءُ من المنطقةِ الاستوائيةِ ازدادت حرارتُهُ وصار بامكانِهِ أن يمتصَّ قدراً أكبرَ من الرطوبةِ . وهكذا يمتصُّ الهواءُ رطوبةَ المنطقةِ ، كما تمتصُّهُا ورقةُ النشافِ ، ويتركُ الصحراءَ جافةً حارةً .

هناكَ مناطقُ كثيرةٌ تبلُغُ درجةُ حرارتِها في شهرِ تمّوز (يوليو) مئة درجةٍ فهرنهايت (أو ٥٥ درجة مئوية) . وهناكَ موقعٌ قربَ طرابلسَ اسمُهُ « العزيزيةُ » سُجِّلَتْ فيه أعلى درجةٍ حراريةٍ على الأرضِ في عامِ ١٩٢٢ . فقد بلغت الحرارةُ يومذاك (١٣٦,٤) درجة فهرنهايت! (أي أكثر من ٧٠ درجة مئوية). لكن عندما تغيبُ الشمسُ تبردُ الأرضُ بسرعةٍ وتهبطُ الحرارةُ إلى ما يقاربُ درجةَ تجمّدِ الماءِ . وفي بعضِ الواحاتِ يتجمدُ الماءُ في ليالي الشتاءِ .

وعلى الرغمِ من الجفافِ فإنَّ في الصحراءِ بعضَ الحيواناتِ كالغزالِ الصحراوي الذي يحملُ في أحشائهِ كيساً يدَّخِرُ فيهِ الماءَ .

مَا الواحَـة ؟



نسمعُ الكثيرَ عن أخبارِ المسافرين الذين يتيهونَ في صحراءَ حارةٍ ، وفجأةً يصلونَ إلى بقعةٍ يتوفّرُ فيها الماءُ ، بقعةٍ خصبةٍ بنباتاتِها الخضراءِ وأشجارِها وأمواهِها فيفرحُ لمرآها قلبُ المسافرِ . هذه البقعةُ من الصحراءِ الّتي تتلقّى الماءَ بمقدارٍ يكفي لريِّ النباتاتِ تُسمى **« الواحةَ »** .

الصحارى الرئيسيةُ كلُّها تضمُّ واحاتٍ ، سواءُ كانَتْ واحاتٍ طبيعيةً أو واحاتٍ من صنعِ الإنسانِ . وتختلِفُ مساحاتُ هذِهِ الواحاتِ اختلافاً كبيراً . فقد تتّسعُ اتساعاً يسمحُ بقيامِ قريةٍ وربّما مدينةٍ . أمّا الواحاتُ الصغيرةُ فهي أماكنُ للراحةِ يتوقّفُ فيها المسافرُ مع قافلتِهِ أو مطاياه (من جمالٍ وغيرِها) ليتزوّدَ

بالطعامِ والماءِ . وهناكَ واحاتٌ أكبرُ بقليلٍ يمكنُ أن تُقامَ عليها المحلاّتُ التجاريةُ ومراكزُ التّسليةِ .

يُمْكِنُ أن نصادفَ الواحاتِ الطبيعيةَ قريباً من الأنهارِ أو السواقي التي تعبرُ الصحراءَ، وحيثُ تكونُ الينابيعُ الجوفيةُ قريبةً من سطحِ الأرضِ . كما أنَّ موسمَ المطرِ القصيرَ في الواحاتِ يستطيعُ ، على قِصَـرِهِ ، أن يغذّيَ النبـاتاتِ والأعشابَ .

في الصحراءِ الغربيةِ واحتان ناشطتانِ عامرتان ، هما **الأغواطُ وعين صالح** (وكلتاهما في الصحراءِ الجزائريةِ) ؛ مياهُ هاتين الواحتينِ تتجمّعُ من الأمطارِ التي تسقطُ على جبالِ الأطلس ، إذ تتجمّعُ في وديانٍ وتشكّلُ جداولَ ومجاريَ مائيةً . أما في الصحراءِ الليبيةِ ، فالجداولُ والأنهارُ السطحيةُ قليلةٌ جدّاً ، والواحاتُ تتغذّى من المياهِ الجوفيّةِ .

وفي صحارى شبهِ الجزيرةِ العربيةِ عــدَدٌ من الواحاتِ شَكَّلَتْ ، منذُ القديمِ مراكزَ ثقافيةً ودينيةً . وفي طليعتِها **واحةُ المدينةِ المنورةِ**. **إنّها جزءٌ من سلسلةِ واحاتٍ تقعُ على السفوحِ الشرقيةِ لسلسلةِ الجبالِ الغربيةِ** ، ومياهُ الآبارِ فيها تتجمّعُ من الأمطارِ القليلةِ المتساقطةِ على هذِهِ الجبالِ . ومن الواحاتِ الشهيرةِ في الجزيرةِ العربيةِ « بريدة » و« عنيزة » على جانِبَيْ **وادي الرّمّة** حيثُ يلتقي بصحراءِ النفود . وبريدةُ عاصمةُ اقليمِ القصيمِ ويزيدُ عددُ سكانِها عن (٧٠ ألف نسمة) .

أما الرّياضُ فهي مثالٌ على الواحاتِ التي يصطنعُها الانسانُ . فالرياضُ تقعُ في منطقةٍ شديدةِ الجفافِ ، لكن تحيطُ بها بضعُ واحات . لذا قامتِ الدولةُ بحفرِ آبارٍ ، ومدَّدَتِ المياهَ بواسطةِ المضخّاتِ والأنابيبِ ، وتحوّلَتِ المدينةُ إلى

عاصمةٍ عامرةٍ . وهكذا باتَ بالإمكانِ حفرُ الآبارِ بواسطةِ الآلاتِ المتطورةِ ، وإنشاءُ الواحاتِ العديدةِ لانتزاعِ أكبرِ مساحةٍ ممكنةٍ من المناطقِ الصحراويةِ .

في بعضِ البُلدانِ طُبِّقَتْ مشروعاتٌ لجرِّ المياهِ بأقنيةٍ تخترقُ الصحراء . فقد بُنيتْ ، مثلاً ، قناةٌ تبدأُ من نهرِ الكولورادو بالولاياتِ المتّحدةِ وتعبُرُ صحراءَ الكولورادو لتصلَ إلى الوادي الجافّ « امبيريال فالي » (الوادي الامبراطوري) في كاليفورنيا الجنوبية . هذا الوادي واحةٌ كبرى ، وقد أصبحَ الآنَ من أكثرِ المناطِقِ الصحراويةِ إنتاجاً .

هناكَ مدُنٌ كبرى بدأَتْ كواحاتٍ ، **كالقاهرة مثلاً ، ودمشق ، وتدمر (التي كانت عاصمة مملكة تدمر في العهد الروماني) ، وآريزونا ومدينة سالت ليك** بالولاياتِ المتّحدةِ .

ما التوندرا أو الصحراء القطبية ؟

التوندرا كلمةٌ فنلنديةٌ تعني « **الأرضَ القاحلةَ** » أو « الأرضَ العدوانيةَ » . ثم أصبحتِ الكلمةُ اصطلاحاً يدلُّ على المناطقِ القطبيةِ الخاليةِ من الأشجارِ .

التّوندرا إذن ليستْ أرضاً يحلو العيشُ فيها . **فهي** عاريةٌ من الأشجارِ ، تنخفضُ درجةُ الحرارةِ فيها شتــاءً انخفاضاً كبيراً تحتَ درجةِ تجمّدِ الماءِ . وحتّى في الصيفِ لا ترتفعُ عن درجةِ تجمّدِ الماءِ ارتفاعاً كافياً . الأمطارُ فيها قليلةٌ بينَما تهبُّ رياحٌ شديدةٌ طوالَ السنةِ .

وعلى الرغمِ من هذهِ الشروطِ الاقليميةِ القاسيةِ فهناك أشكالٌ مختلفةٌ من الحياةِ في **التوندرا** . ولعلَّ من المفيدِ والشيِّقِ أن نعرفَ شيئاً عن أشكالِ الحياةِ التي تتحمَّلُ مثلَ هذه الشروطِ . **نباتاتُ التوندرا تشملُ الطحالبَ** ، التي تكوِّنُ قشرةً تغطِّي الصخورَ ، وهناك **الأُشنةُ التي** تملأُ الشقوقَ بينَ الصخورِ وتلتحمُ بسطوحِها الخشنةِ . هذا بالإِضافةِ إلى **بعضِ الأعشابِ أو النباتاتِ التي تشبهُ الحشائشَ** ، وإلى بعضِ **الشجيراتِ المنخفضةِ جدّاً** . معظمُ نباتاتِ التّوندرا لا يعيشُ على مدارِ السنة ، كما أن نباتاتِ المنطقةِ الواحدةِ تقتصرُ على أنواعٍ قليلةٍ جداً .

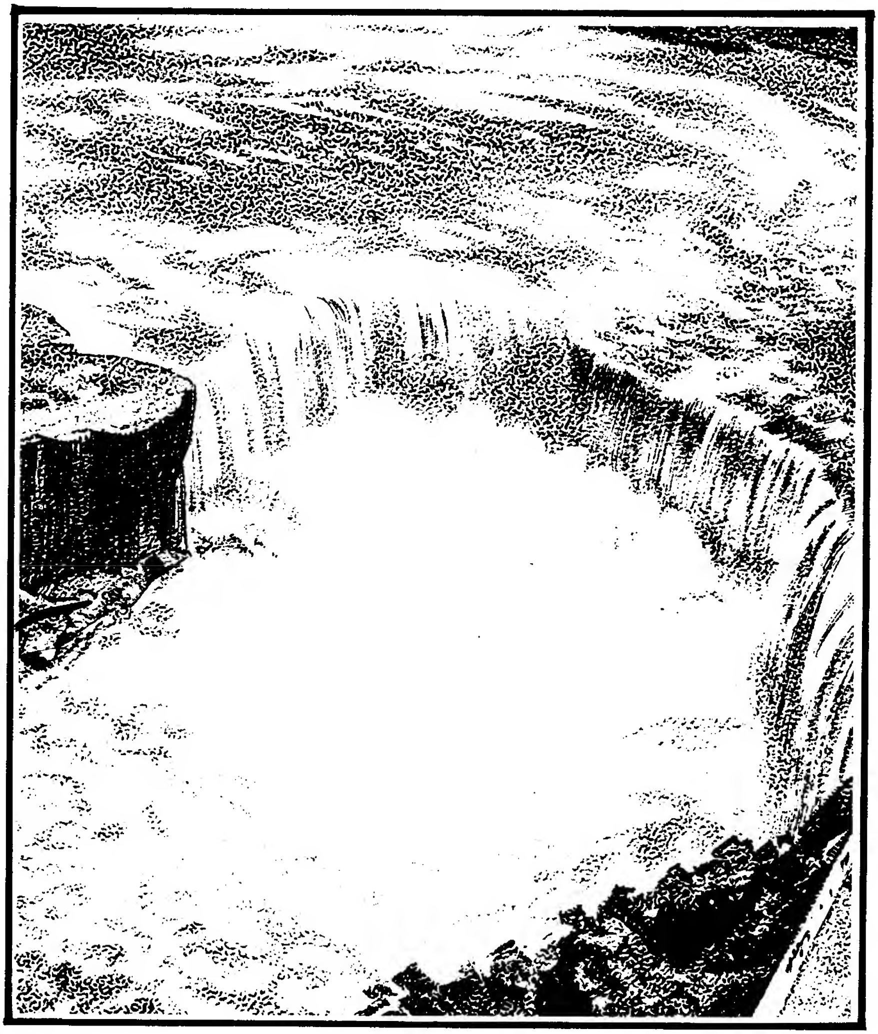
الحيواناتُ في مناطقِ التوندرا قليلةُ العدد . فـاللامـوس (نوعٌ من القوارِضِ) **وثورُ المسكِ والدبُّ القطبيُّ** هي حيواناتُ التوندرا الخاصةُ بها .

وهناك أنواعٌ من الطيورِ تضعُ البيضَ في مناطقِ التوندرا . وسببُ هذا الاختيارِ هو النهارُ الطويلُ في الصيفِ . وطولُ النهارِ يسمحُ للطيورِ بجمعِ الغذاءِ ساعاتٍ طويلةً ، مما يتيحُ تغذيةَ أسرابٍ من الفراخِ . **وفي التوندرا أعدادٌ كبيرةٌ من البطِّ والإوزِّ والزقزاقِ .**

تربةُ التوندرا ضحلةٌ رفيقةٌ . وهي تعلو طبقةً أساسيةً جليديةً تسمى **« أزليةَ الجليدِ »**. خلالَ فصلِ الصيفِ يذوبُ جليدُ الطبقةِ السطحيةِ وتتمكّنُ جذورُ النباتاتِ والباكتيريا من التحرّكِ والنموِّ .

ومما تجدر الإشارةُ إليه أن منطقةَ **التوندرا** لا تبدأُ انطلاقاً من خطٍّ فاصلٍ عندَ خطِّ عرضٍ معيّن ؛ بدءُ منطقةِ التوندرا يختلفُ من قارةٍ إلى قارةٍ باختلافِ العواملِ الثانويةِ التي تتدخّلُ في مناخِها ، على أيةِ حالٍ متى دخلْتَ منطقةَ التوندرا تدركْ فوراً أنَّكَ في واحدةٍ من أقسى مناطِقِ البردِ القارسِ على وجهِ الأرضِ .

ما أكبر الشلالات في العالم؟



الشلّالُ هو أيُّ مجرى مائيٍّ ينحدرُ فجأةً من مستوى عالٍ . في بعضِ الشلّالاتِ تنحدرُ المياهُ مئاتِ الأقدامِ من مجرى مائيٍّ ضيِّقٍ . وهناكَ شلّالاتٌ أخرى مشهورةٌ بعرضِها وبكمياتِ المياهِ التي تتدفّقُ من حافتِها . وهذه أسماءُ بعضٍ من أعظمِ شلّالاتِ العالمِ :

شلّال « إينجل » في مرتفعاتِ غويّانا بفنزويلا ، يتميّزُ بكونِهِ أعلى مسقطٍ مائيٍّ في العالمِ ، إذ ينحدرُ من علوٍّ (٣٢١٢) ثلاثةِ آلافٍ ومئتينِ واثنتي عشرةَ قدماً (حوالى ألفِ متر) ، ويسقطُ دفعةً واحدةً من علوٍّ (٢٦٤٨) ألفين وستمئة وثمانٍ وأربعين قدماً (حوالى ٨٠٠ متر) . وقد اكتَشَفَ هذا الشلّالَ طيارٌ أميركيٌّ يُدعى جيمس إينجل عام ١٩٣٥ .

أعلى شلّالٍ في آسيا هو شلّالُ جيرسوبا في الهندِ . وهو ينحدرُ على أربعِ دفعاتٍ أو درجاتٍ ، ومجموعُ ارتفاعِ هذه الدرجاتِ (٨٣٠) ثمانمئة وثلاثونَ قدماً (حوالى ٢٦٠ متر) . أما الشلّالاتُ التي يتدفّقُ منها أعظمُ قدرٍ من المياهِ فهي **شلالاتُ غوايرا** على الحدودِ بينَ البرازيلِ والباراغواي . إذ يتدفَّقُ خلالَها (٤٧٠,٠٠٠) أربعمئة وسبعون ألفَ قدمٍ مكعبةٍ في الثانيةِ (أو ٢٨,٢٠٠,٠٠٠ قدماً مكعبة في الدقيقة) . وهي تتكوَّنُ من ثمانيةِ مساقطَ ، لكنَّ مجموعَ ارتفاعِها لا يتجاوَزُ (٢٠٠) مئتي قدم .

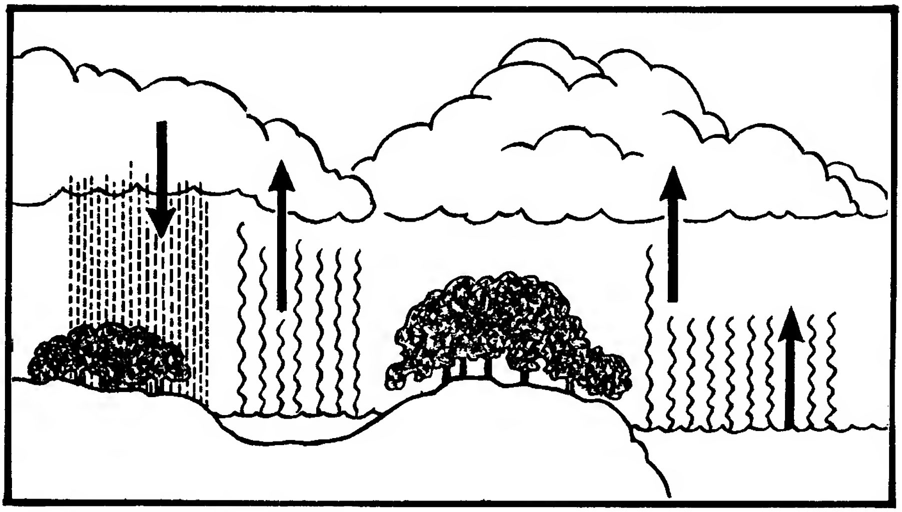
ومن الشلّالاتِ الشاهقةِ التي تسقُطُ دفعةً واحدةً شلّالُ « **ريبون** » **في حديقةِ يوسميت المحميةِ الوطنيةِ** . هذا الشلّالُ مجرى ضيقٌ يسقُطُ من جرفٍ عن علوٍّ (١٦١٢) ألف وستمئة واثنتي عشرة قدماً (أكثرَ من ٥٠٠ متر) إلى نهر مرسيد .

والشلّالاتُ التي تأتي في الدرجةِ الثانيةِ من الارتفاعِ موجودةٌ في جنوبي

أفريقيا ، وتدعى شلالاتُ توغيلا . وتنحدرُ هذه الشلّالاتُ من علوٍّ (٢٨٠٠) ألفين وثمانمئة قدم (حوالى ٧٥٠ متراً) متدرجةً على خمسِ مراحِل .

وبالطبعِ هناكَ شلّالاتُ نياغارا ، التي تعدُّ من أشهرِ شلالاتِ العالمِ . وهي تقعُ على نهرِ نياغارا على بعدِ (١٦) ستة عشر ميلاً من نيويورك . وتتوزّعُ شلّالاتُ نياغارا ، إلى قسمين ، القسمُ الذي يشبهُ نعلَ الحصانِ ويقعُ في الأراضي الكندية ، ثم القسمُ الأميركي ، ذلك أن خطَّ الحدودِ الدوليةِ بينَ كندا والولاياتِ المتّحدةِ يمرُّ في مركزِ قوسِ الشلّالِ الذي يشبهُ نعلَ الحصانِ . و٩٤٪ من مياه نياغارا تتدفَّقُ من القسمِ الذي يشبهُ نعلَ الحصانِ ، وتبلُغُ غزارتُهُ (٨٤,٠٠٠,٠٠٠) أربعة وثمانين مليون غالون في الدقيقة ، أو ما يساوي (٣١٠,٨٠٠) ثلاثمئة وعشرة آلاف وثمانمئة متر مكعب في الدقيقة .

ماسبب شحّ المياه ؟



عام ١٩٦٠ حدثَ شحٌّ في المياهِ في بعضِ مناطقِ الوِلاياتِ المتحدةِ ، إلى درجةِ أنَّ مدينةَ نيويورك قد اعتُبِرَتْ مهدَّدَةً بكارثةٍ، وطُلِبَ من الناسِ أن يقنّنوا استعمالَ الماء ، كأَنْ لا يستحمّوا كالمعتادِ وألا يشربوا كثيراً . إذا حصلَ هذا في نيويورك ، وهي المدينةُ التي تستَقي من شبكةِ مياهٍ وافرةٍ ، والمجهزةُ بخزاناتٍ ضخمةٍ ، علينا أن نتساءَلَ ، نحنُ الذينَ نعيشُ في مدنٍ على حوافي الصحراءِ، عن سببِ شحِّ المياهِ .

لِنسْتَعرِضْ أوّلاً نظامَ توزُّعِ المياهِ . مجموعُ كمياتِ المياهِ العذبةِ في العالمِ لا يزيدُ عن نسبةِ واحدٍ إلى ثلاثين من كميةِ مياهِ البحار . وثلثُ هذه المياهِ العذبةِ

مجمَّدٌ في مناطقِ الثلوجِ الدائمةِ . وكثيرٌ ممّا يتبقّى غائرٌ في الطبقاتِ السُّفلى للقشرةِ الأرضيةِ ، أو مشبَعٌ بالأملاحِ المعدنيةِ ، مما يجعلُهُ غيرَ صالحٍ للاستعمالِ . لذا فإنَّ على الإنسانِ أن يتدبَّرَ تأمينَ حاجاتِهِ من المصادرِ الأُخرى .

من أينَ يأْتي الماءُ الذي نستخدمُهُ ؟ يأْتي من **دورةِ المياهِ في الطبيعةِ** . ففي كلِّ عامٍ يرتفعُ حوالى ثلاثينَ بوصةً من مستوى المياهِ **كبخارٍ** يتصاعدُ في طبقاتِ الجوِّ . **ثم يسقُطُ من جديدٍ في شكلِ ثلوجٍ أو أمطارٍ** تجري باتجاهِ البحرِ ، **حيث تتبخَّرُ من جديد** . نسمّي هذه العمليةَ « **دورةَ المياهِ** » لأنها تتمُّ بشكلٍ متتابعٍ عاماً بعد عام . والإنسانُ يستخدمُ المياهَ التي تهطلُ على الأرضِ في مرحلةٍ من مراحِل هذه الدورةِ التي لا تنتهي .

والمشكلةُ أنَّ المياهَ غيرُ موزعةٍ على المناطقِ جميعها بالتّساوي ، فبعضُ البلدانِ يتلقَّى أمطاراً غزيرةً ، وبعضُها الآخرُ لا يتلقّى إلاّ القليلِ . مع ذلك فإنَّ **المناطقَ التي يعيشُ فيها الناسُ تتطلَّبُ مقاديرَ ثابتةً لا تتغيّرُ ، باعتبارِ أنّ حاجاتِ النّاسِ ثابتةٌ** . ويتمُّ تزويدُ المناطِقِ السكّانيّةِ والمدنِ بالماءِ عن طريقِ شبكةِ توزيعٍ للمياهِ ، وبعضُ المدُنِ يجرُّ المياهَ في القنواتِ والأنابيبِ عن بعدِ مئاتِ الأميالِ ، ويخزنُها في خزاناتٍ ضخمةٍ ، ليُصارَ إلى توزيعِها عبرَ شبكةٍ عامَّةٍ ، وهو ما يتطلَّبُ تخطيطاً دقيقاً ونفقاتٍ باهظةً .

تُبْنى في المدُنِ الكبرى ، خزاناتٌ ضخمةٌ جدّاً لتخزينِ احتياطيِّ المياهِ . لكنْ لو افترضْنَا أنَّ فترةَ جفافٍ قد حلَّتْ ولم تُمْطِرْ كالمعتادِ ؟ فهذا يعني أنَّ الخزاناتِ لن تـمتلئَ من جديدٍ وسوف يبدأُ ما فيها بالنفادِ . ويحصلُ في كثيرٍ من المناطقِ أن ينقطعَ هطولُ المطرِ فتراتٍ طويلةً ، أو أنْ تسقطَ أمطارٌ متقطعةٌ . كما

أنَّ مرورَ شتاءٍ دافىءٍ لا تسقُطُ فيه كمياتٌ من الثلوجِ يتسبَّبُ في تخفيضِ غزارةِ الينابيعِ . ذلك أنَّ الينابيعَ تتغذّى من الثلوجِ بصورةٍ خاصةٍ . لأنَّ كثيراً من مياهِ الأمطارِ يضيعُ على سطحِ التربةِ ولا يغذّي الينابيعَ . أمّا المياهُ التي تجري نتيجةَ ذوبانِ الثلوجِ فإنّها تتغلغلُ في باطنِ التربة وتغذّي الينابيعَ .

وينبغي ألاّ ننسى أنَّ عددَ سكانِ المدنِ ولا سيما العواصمُ العربيةُ قد ارتفعَ ارتفاعاً كبيراً ، أي أنَّ استهلاكَ الماءِ قد ارتفعَ ارتفاعاً كبيراً ، وباتَ نقصُ المياهِ يهدِّدُ هذه المدنَ ، في فصلِ الجفافِ بصورةٍ خاصةٍ .

كيفَ تكوّنتِ الكهوف ؟

ارتبطتِ الكهوفُ بتاريخِ الإنسانِ من نواحٍ عديدةٍ . نعرفُ أنَّ الكهوفَ كانت ، في مرحلةٍ من مراحِلِ العصرِ الحجريّ ، مأوى الإنسانِ ، في فصلِ الشتاءِ خاصةً ، حينَ لم يكنْ له مأوى آخر .

وقد تخلّى الإنسانُ عن سكَنِ الكهوفِ منذُ أزمنةٍ بعيدةٍ . مع ذلك ، ظلتِ الشعوبُ القديمةُ تنسجُ الحكاياتِ الغريبةَ حولَ الكهوفِ . فاعتقدَ قدماءُ اليونانِ أنّها كانَتْ معابدَ لآلهتِهِمْ أمثالِ « زفس » و« ديونيسوس » و« بلوتو » . واعتقَدَ الرومانُ أنّ الكهوفَ مساكنُ الحورياتِ والعرّافينَ . وربطَ قدماءُ الفُرْسِ وغيرُهُم من الشعوبِ المجاوِرَةِ لهم بينَ الكهوفِ وعبادةِ « مِتْرا » سيّدِ الأرواحِ الأرضيةِ .

واليومَ تجتذِبُ الكهوفُ العميقةُ الجميلةُ اهتمامَ السّيّاحِ في أنحاءِ العالمِ .
والكهوفُ هي تجاويفُ عميقةٌ في السفوحِ الصخريةِ للجُرفِ والمرتفعاتِ . والكهفُ الكبيرُ يسمّى مغارةً .

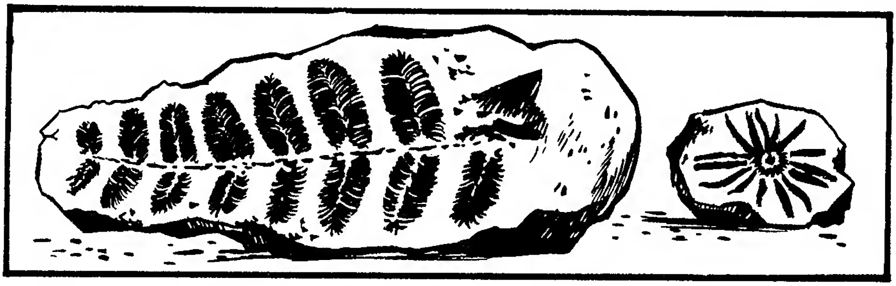
تنشأُ الكُهوفُ بطرقٍ مختلفةٍ . فهناكَ العديدُ منها قد نشأَ نتيجةً لاستمرارِ أمواجِ البحرِ في ضربِ الصخورِ . كما أنَّ بعضَ المغاورِ يظهرُ تحتَ سطحِ الأرضِ. هذه المغاورُ تكونُ في الأصلِ مجاريَ قديمةً لأنهارٍ جوفيةٍ حفرَتْ طريقَها بتفتيتِ الطبقاتِ الصخريةِ ، ولا سيّما ما كانَ من نوعِ الحجرِ الجيري . وبعضُ المغاورِ ينشأُ نتيجةً لرفعِ البركانِ للصخورِ السطحيةِ ، أو نتيجةً لاندفاعِ الحممِ البركانيةِ .

لكنَّ المغاورَ الأكثرَ انتشاراً هي الّتي نتجَتْ عن تآكُلِ طبقاتٍ من الصخرِ الجيري (الكلسي) . ويتمُّ هذا التآكُلُ نتيجةً لاحتواءِ الماءِ على ثاني أوكسيدِ الفحمِ الذي يحلُّ الـكلسَ . ويُحتملُ أن تكثر المغاورُ في المناطِقِ التي توجدُ فيها طبقاتٌ سميكةٌ من الصخرِ الكلسي . من الأمثلةِ على ذلك مناطقُ إنديانا وكنتوكي وتنيسي بالولاياتِ المُتّحدةِ .

لِبعضِ المغاوِرِ فتحاتٌ عليا . وقد حدثَتْ هذه الفتحاتُ حيثَ كانَ الماءُ يتجمّـعُ ويغورُ تحتَ الأرضِ . ولبعضِ المغاورِ تدرُّجاتٌ أو طبقاتٌ وأدوارٌ الواحدُ منها فوقَ الآخرَ . مغارةُ جعيتا في لبنانَ لها طبقتانِ ، والنهرُ يجري في الطبقةِ السفلى . فالنهرُ الجوفيُّ الذي شقَّ مجراهُ طوالَ آلافِ السنينِ يتسرَّبُ من جديدٍ إلى طبقةٍ سُفْلَى أو يَجِدُ منفذاً ،وهكذا ينتقلُ إلى مجرى تحتيٍّ ويبقى المجرى العُلْويُّ جافاً ويصبحُ مغارةً .

وفي مِثْلِ هذِهِ المغاوِرِ تتكوَّنُ الصواعِدُ والنّوازِلُ . ذلك أنَّ المغارةَ تكونُ مشبعَةً بالرطوبةِ . تتجَمّعُ قطراتٌ من الماءِ على السقفِ ، وكلّما تبخَّرَتْ قطرةٌ أو سقطَتْ تركَتْ مكانَها طبقةً أو حلقَةً كلسيةً رقيقةً ، وتجمُّعُ هذِهِ الطبقاتِ مع الزمَنِ هو الّذِي يكوِّنُ الأشكالَ الجميلةَ المُدْهِشَةَ المعروفةَ باسمِ النوازِلِ والصواعِدِ .
(راجِعْ هذا الموضوع صفحة ١٦٧) .

المُسْتَحاثات أو المتحجّرات



إنَّ دراسةَ **المستحاثاتِ** مهمَّةٌ جداً تساعِدُ الانسانَ في **التعرُّفِ على تاريخِهِ وتاريخِ الحيواناتِ التي عاشت على الأرضِ** منذُ ملايينِ السنين . وهذه الدراسةُ قد تطوَّرَتْ وأصبحتْ عِلماً اسمُهُ « **علمُ الإحاثةِ** » .

ليستِ المستحاثاتُ أو المتحجِّراتُ ، كما يظنُّ البعضُ ، بقايا الأجسامِ تحجَّرتْ لأنّها ظلّتْ دفينةً منذُ العصورِ القديمةِ . هناكَ ثلاثةُ أنواعٍ من المستحاثاتِ :

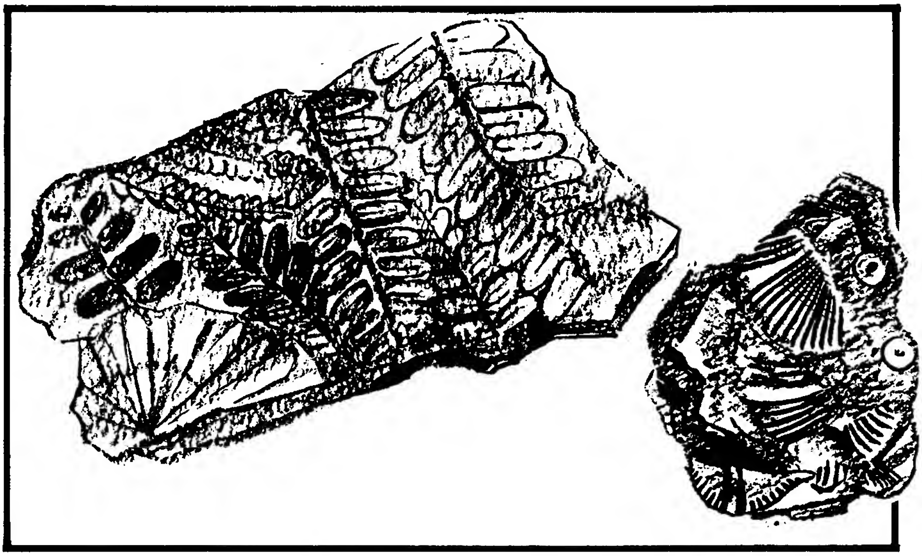
النوعُ الأوَّلُ هو قسمٌ من الجسمِ ذاتِهِ بقيَ محفوظاً من الفسادِ والتحلّلِ نجدهُ محتفِظاً بشكلِهِ القديمِ . غيرَ أنَّ المستحاثاتِ قد تكونُ **مجرَّدَ شكلٍ للجسمِ** أو نوعاً من **قالبٍ رُسِمَ فيه شكلُ الجسمِ** ، فبقيَ القالبُ بعدَ زوالِ جسمِ الحيوانِ أو النباتِ . كما أن المستحاثاتِ أو المتحجّراتِ قد تكونُ **مجرَّدَ آثارٍ أو علاماتٍ يتركُها الحيوانُ** وراءَهُ أثناءَ مرورِهِ فوقَ الوحلِ أو التربةِ .

عندما نعثُرُ على متحجرةٍ تشكِّلُ قسماً من جسمِ الحيوانِ لا بدَّ أن تكونَ الجزءَ الصلبَ من جسمِهِ كالصدفةِ أو العمودِ الفقريّ . فالأجزاءُ الصلبةُ هي التي يمكنُ أن تبقى محفوظةً ، أمّا الأجزاءُ الطريةُ فهي تتلَفُ لأنّها تتحلَّلُ . مع ذلك ففي بعضِ الحالاتِ حُفِظَتْ أجزاءُ طريةٌ جداً من الحيوانِ ، كالأسماكِ الهُلاميةِ ، أو نجمِ البحرِ ، التي تتكوَّنُ بنسبةِ (٩٩٪) تسعةٍ وتسعين بالمئةِ من الماءِ . وظلَّتْ هذه الأجزاءُ الطريةُ محفوظةً بحالةٍ جيدةٍ في الصخورِ . وهناكَ مستحاثاتٌ وجِدَتْ محفوظةً بعظمِها ولحمِها وجلدِها داخلَ طبقاتِ الجليدِ القديمةِ جداً .

والمستحاثاتُ لا تتوقَّفُ على حجمِ الحيوانِ . فقد وُجِدَتْ في حجرِ الكهرمانِ متحجراتٌ لنوعٍ من النملِ الصغيرِ الذي عاشَ منذُ ملايينِ السنين . ومسألةُ حفظِ آثارِ الحيوانِ في متحجراتٍ أو مستحاثاتٍ تتوقَّفُ في الدرجةِ الأُولى على المكانِ الذي تعيشُ فيه . **وأكثرُ المستحاثاتِ عدداً هي متحجراتُ الكائناتِ المائيةِ لأنَّ أجسادَها سرعانَ ما تُغَطَّى بالطينِ فَتُحْفَظُ من التلفِ أو التحلّلِ** . أمّا الحيواناتُ والنباتاتُ البريَّةُ فإنَّ أجسادَها معرضةٌ للفسادِ كما أنَّ بقاياها ومتحجراتِها معرضةٌ لعوامِلِ الطقسِ وعوامِلِ الحتّ .

ودراسةُ المستحاثاتِ تعرِّفُنا بالظروفِ التي عاشتْ فيها الحيواناتُ قبلَ مئاتِ ملايينِ السنين . فالمتحجّراتُ التي وُجِدَتْ في بعضِ الصخورِ كشفَتْ لنا أنّه منذ ملايينِ السنين سادَ عصرُ الزواحِفِ ، وكان بعضُها كبيراً جداً بحيثُ يبلُغُ طولُهُ حوالى ٢٥ متراً ويبلُغُ وزنُهُ أربعينَ طناً . هذه الزواحِفُ الكبيرةُ كان اسمُها **الديناصور** . كما أنّ مجملَ معلوماتِنا عن أقدمِ الطيورِ المسمّاةِ « **آركايو بتيريكس** » تستندُ إلى متحجرتينِ وُجِدَتا وقامَ العلماءُ بدراستِهما .

كيفَ تتكوّن المُسْتحاثات ؟



رأَيْنا أنّ المستحاثاتِ هي بقايا نباتٍ أو حيوانٍ محفوظةٌ في الصخورِ . أو أنّها نوعٌ من صورةٍ طبعَها على الوحلِ حيوانٌ ميتٌ أو نباتٌ . وتكونُ أحياناً آثارَ حيوانٍ تحرَّكَ على الوحولِ .

عندما يموتُ النباتُ أو الحيوانُ يتفسَّخُ أو يتحلَّلُ ويفنى تدريجياً . الأجزاءُ الطريّةُ منه تتفسَّخُ والأجزاءُ الصلبةُ تتفتّتُ بفعلِ المطرِ والريحِ . لكن إذا غمرتِ الرمالُ أو غيرُها هذا الجسدَ بسرعةٍ فإنَّهُ يُحفظُ مدةً طويلةً ويتحوَّلُ إلى متحجِّرةٍ .

وقد رأينا أنّ معظمَ المتحجِّراتِ هي بقايا حيواناتٍ ونباتاتٍ بحريةٍ . لأنّ أجسامَ هذِهِ الكائناتِ تُغطَّى بالرمالِ التي يجرفُها الماءُ . ثم يتراكمُ الرملُ والوحلُ فوقَهَا طبقةً إثْرَ طبقةٍ ، وتضغطُ هذه الطبقاتُ الجديدةُ الطبقاتِ التي تحتَها . وبفعلِ هذا الضغطِ الذي يستمرُّ أزمنةً طويلةً تتصلَّبُ الطبقاتُ التحتيَّةُ وتتحوَّلُ إلى صخورٍ تُسمَّى « الصخورَ الرسوبيةَ » .

الصخورُ الرسوبيةُ تتكوَّنُ ببطءٍ شديدٍ ، والبقايا الحيوانيةُ والنباتيةُ المدفونةُ فيها تتغيَّرُ تدريجياً . الأملاحُ المعدنيةُ الموجودةُ في الماءِ تملأُ المسامَّ أو الثقوبَ الصغيرةَ في العظامِ ، أو تملأُ باطنَ الأصدافِ . فإذا تفتّتتِ الصدفةُ أو زالتْ يبقى شكلُها في الصخرِ ، فكأنَّها قالبٌ مليءٌ بمادةٍ متحجرةٍ فلما أُزيلَ القالبُ الخارجيُّ بقيَ الشكلُ مرسوماً في الحجرِ . هذه العمليةُ لا تتمُّ في وقتٍ قصيرٍ وربَّما استغرقتْ آلافَ السنينَ .

أمّا على اليابسةِ فيمكنُ أن تُغطَّى أجسامُ الحيواناتِ أو النباتاتِ بالرمالِ التي تذروها الرياحُ ، أو بالرمادِ البركانيّ . كما أنَّ الحيواناتِ الصغيرةَ أو الحشراتِ يمكنُ أن تعلقَ بالنسغِ الصمغيِّ اللاصقِ الذي يجري في بعضِ أنواعِ الأشجارِ . فإذا تصلَّبَ هذا النسغُ وتحوَّلَ إلى كهرمانٍ فإنَّهُ يحفظُ أجسامَ الحشراتِ في داخِلِهِ . كما يمكنُ للحيواناتِ الكبيرةِ أن تسقطَ في آبارِ القارِ أو القطرانِ أو في الرمالِ المتحركةِ وتبقى أجسامُها محفوظةً هناكَ ملايينَ السنين .

ما عِلمُ الآثار ؟



علمُ الآثارِ هو دراسة تاريخِ الشعوبِ القديمةِ عن طريقِ دراسةِ الأدواتِ وسائرِ البقايا العمرانيةِ التي خلّفوها .

علمُ الآثارِ يتضمَّنُ فرعَيْنِ أو مرحَلَتَيْنِ من العملِ والبحثِ . **المرحلةُ الأُولى** هي « **الحفريّاتُ** » أو الحفرُ والتنقيبُ في الأرضِ حيثُ عاشتِ الشعوبُ القديمةُ . لأنَّ آثارَ هذه الشعوبِ تكونُ مدفونةً تحتَ طبقاتِ الأتربةِ والرملِ ، وربّما قامَتْ مدنٌ جديدةٌ نسبيّاً فوقَ بقايا المدنِ القديمةِ . وعمليّةُ **الحفرياتِ** دقيقةٌ جداً وينبغي أن تتمَّ ببطءٍ وبحذرٍ شديدٍ . ولا بدَّ أن يتمَّ في هذه المرحلةِ تسجيلُ وصفٍ كاملٍ لما يشاهدُهُ العالِمُ نتيجةَ الحفرياتِ .

أمّا المرحلةُ الثانيةُ فهي دراسةُ كلٍّ ما كشفَتْ عنهُ الحفريَّاتُ ، ووصفُ هذه المعلوماتِ وصفاً دقيقاً واضحاً بحيثُ يستطيعُ كلُّ مهتمٍّ بدراسةِ الماضي أن يفهمَها ويستخدمَها في أيِّ دراسةٍ يقومُ بها . ومتى اكتملتِ المرحلتانِ يستطيعُ عالمُ الآثارِ أن يكتبَ قصةَ الشعبِ .

غيرَ أنَّ قصةَ الشعبِ لا تكتملُ أبداً ، لأنّها تستندُ على الأشياءِ التي خلَّفَها الشعبُ وبقيَتْ حتّى الآنَ . هذه الأشياءُ ، هي في الغالبِ ، أدواتٌ أو أشياءُ كانَتْ تُستخدَمُ في الحياةِ اليوميةِ . وما يتمُّ العثورُ عليه عادةً هو بقايا البيوتِ وغيرِها من المباني ، وأدواتُ العملِ والحِلى والألعابُ ، والأطباقُ وغيرُها من الأواني . كما أنَّ عظامَ الحيواناتِ التي كانَتْ لحومُها تُؤْكَلُ تُعْتَبَرُ من البقايا التي تهمُّ عالمَ الآثارِ .

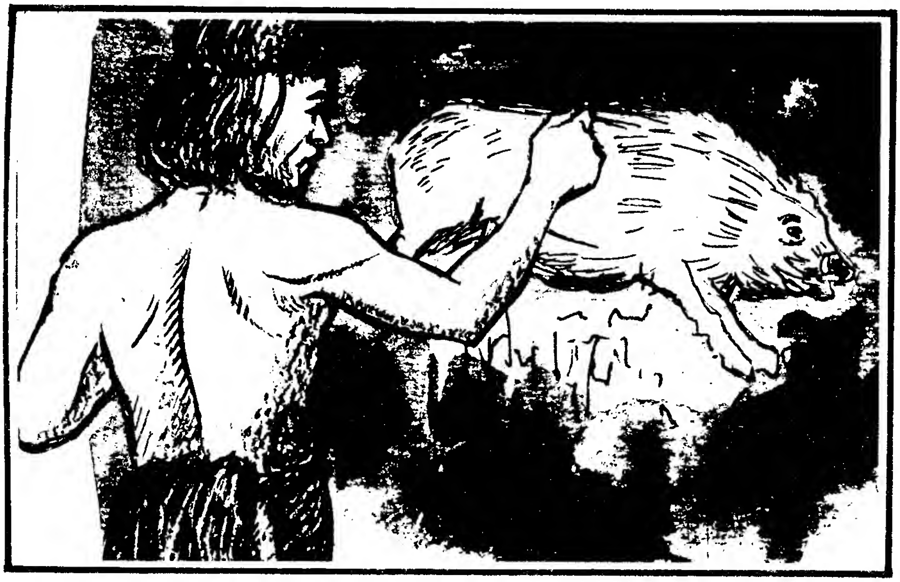
لكنْ هناكَ أشياءُ كثيرةٌ ممّا كانَ القدماءُ يرمونَهُ لا يمكنُ لعالمِ الآثارِ العثورُ عليهِ . كما أنَّ الأشياءَ التي كانَتْ تُصنَعُ من الجلدِ والخشبِ والقماشِ والخيوطِ أو القشِّ لا يُعثَرُ لها على بقايا . فهذه الموادُّ تتفسّخُ أو تـهترئُ . وهكذا قد لا نعرفُ ما إذا كان الشعبُ قد أنتَجَ أعمالاً فنيةً لأنَّ المنسوجاتِ الجميلةَ وأعمالَ الحفرِ في الخشبِ تتعرّضُ للضياعِ والتلفِ .

بدأَ علمُ الآثارِ لمّا بدأَ الناسُ يهتمّونَ بأخبارِ الشعوبِ في الأزمنةِ الغابرةِ . ومنذُ القرنِ الخامسِ عشر قبلَ الميلادِ زارَ مصرَ مؤرخٌ يونانيٌّ يُدعى هيرودُوتس واهتمّ بمبانيهَا القديمةِ وأوابدِها (الأوابدُ هي الآثارُ العظيمةُ الباقيةُ) . لكنَّ الاهتمامَ بآثارِ الشعوبِ القديمةِ قد انتهى بعدَ عهدِ الحضارةِ اليونانيةِ .

وفي القرنِ السادِس عشر الميلادي بدأَ الرحّالةُ الذين زاروا اليونانَ

وإيطاليا وبلدانَ الشرقِ الأوسطِ يهتمّونَ بالآثارِ القديمةِ التي شاهدوها هناكَ . وبدأَتْ عملياتُ التنقيبِ عن الآثارِ في إيطاليا . وكانَتْ النتائجُ الأُولى هي العثورُ على قطعِ نقودٍ قديمةٍ ، وأوانٍ وما شابَهَ ذلك . وهكذا تزايدَ اهتمامُ الناسِ « بالتنقيبِ عن الماضي » ووُلِدَ علمُ الآثارِ . واليومَ تقدَّمَ علمُ الآثارِ تقدُّماً كبيراً ، وظهرَ علماءُ مختصّون بدراسةِ حضاراتٍ معيَّنةٍ . فهناكَ مثلاً فرعٌ يُسمَّى **علمَ الآثارِ المصريّة** (إيجيبتولوجي) .

إنسَانُ الكهُوفْ



الإنسانُ القديمُ الذي عاشَ قبلَ آلافِ السنين كان يتخذُ الكهوفَ مسكناً يأوي إليهِ . بعضُ سكانِ الكهوفِ القديمةِ لم يكُنْ يشبهُ إنسانَ اليوم شبهاً كبيراً . ويُعرَفُ هذا الطَّوْرُ من سلالةِ الجنس البشريِّ باسم **إنسان « نياندرتال »** . تُظهِرُ الآثارُ التي عُثِرَ عليها في الكهوفِ أَنَّ دماغَ هذا الإنسانِ كان في حجم دماغ الانسانِ الحالي ، غيرَ أنَّ وجههَ كان فظّاً خشِناً وعظمَ الحاجِبِ الذي يعلو العينينِ كان بارزاً قاسياً . لم يكنْ طولُ هذا الإنسانِ يزيدُ عن مترٍ ونصفِ المترِ ؛ ولم يكُنْ يقفُ على ساقَيْهِ منتصِباً تماماً كإنسانِ اليوم .

و« **إنسانُ الكهفِ** » هذا ، أو ساكنُ الكهفِ لم يكنْ يعتَني بتنظيمِ مسكنِهِ . فكلُّ فضلاتِهِ والأشياءُ التي لا يعودُ راغباً فيها يتركُها في مكانِها على أرضِ الكهفِ . وكانَتْ هذه الأشياءُ تتجمَّعُ وتتكدَّسُ مع مرورِ السنينِ حتى تملأَ الكهف.

كانَتِ الكهوفُ القديمةُ كبيرةً ، مظلمةً ومخيفةً . وكانَ البشرُ القدماءُ يعيشونَ في مدخلِ الكهفِ حيث يحتمون من الريحِ والمطرِ والثلجِ ، دونَ أن يتوغَّلوا في عتمةِ الكهفِ .

في المرحلةِ الأخيرةِ من عصرِ الجليدِ بدأَتْ سلالةُ البشرِ المعروفين باسمِ « **إنسانَ كرومانيون** » بالتحرُّكِ من مناطقِ الشرقِ الأوسطِ في اتجاهِ أوروبا. وكانَ هؤلاء البشر يعيشونَ عندَ مداخِلِ الكهوفِ مثلَ **إنسانِ نياندرتال** السابق . غيرَ أنَّ الكهوفَ لم تكنْ تكفي الجميعَ فبدأَ البعضُ يبني الأكواخَ أو يبني بيوتاً تحت الأرضِ يعيشُ فيها . **وإنسانُ كرومانيون** هذا هو الذي رسمَ على جدرانِ الكهوفِ الرسومَ الشهيرةَ التي وُجِدَتْ في جنوبي فرنسا وشمالي اسبانيا .

هذه الرسومُ تدعو إلى الإعجابِ . إنّها مليئةٌ بالحياةِ والقوّةِ ، وتمثِّلُ عدداً من الحيواناتِ التي كانَ إنسانُ الكهفِ يصطادُها ، كالثورِ الوحشيِّ ، والدبِّ والخنزيرِ البري والماموت (فيل قديم) ووحيدِ القرن .

إنسانُ نِيانْدِرْتال



يعكُفُ العلماءُ على دراسةِ أيِّ أثرٍ يجدونَهُ لإنسانٍ ما قبلَ التاريخِ ، لكي يعرفوا كيف تطوَّرَ الإنسان . هذه الآثارُ تشملُ الأدواتِ ووسائلَ طهيِ الطعامِ ، والهياكِلَ العظميَّةَ أو أيَّ جزءٍ من أجزاءِ الجسمِ .

عام ١٨٥٦ اكتُشِفَتْ بقايا إنسانٍ في كهفٍ من الصخرِ الكلسي في **نياندر جورج** بألمانيا . كانَتْ هذه البقايا أولَ هيكلٍ عظميٍّ كاملٍ يُعثَرُ عليهِ لإنسانٍ ما قبلَ التاريخِ . والسببُ في حفظِ هذه البقايا هو أنَّ البشرَ في هذه

المرحلةِ كانوا يدفنون موتاهم .

عاشَ البشرُ من طورٍ أو سلالة « **إنسان نياندرتال** » مدة (٧٠,٠٠٠) سبعين ألف سنة في آسيا الوُسطى والشرقِ الأوسط وبعضِ مناطقِ أوروبا . ويرجعُ ذلك إلى زمنٍ يبعُدُ عنّا بينَ (١٥٠,٠٠٠) مئة وخمسينَ ألفَ سنةٍ و(٣٠,٠٠٠) ثلاثين ألفَ سنةٍ .

كيف كانَ إنسانُ نياندرتال ؟ كان ثقيلَ الجسمِ قصيراً ممتلِئاً . وكانَتْ جمجمتُهُ عريضةً . كان وجهُهُ طويلاً يحملُ فكّيْنِ ضخمَيْنِ . ولم يكنْ له ذقنٌ واضحٌ ولا جبينٌ . ربّما ظهرَ البشرُ من طورِ **إنسانِ نياندرتال** لمّا كان المناخُ الدافئ يسودُ الأرضَ ، بينَ المراحِلِ الجليدية . ثم جاءَ عصرٌ جليديٌّ آخرُ وبدأُوا يعيشونَ في الكهوفِ وتعلّموا كيفَ يقاوِمونَ البرد .

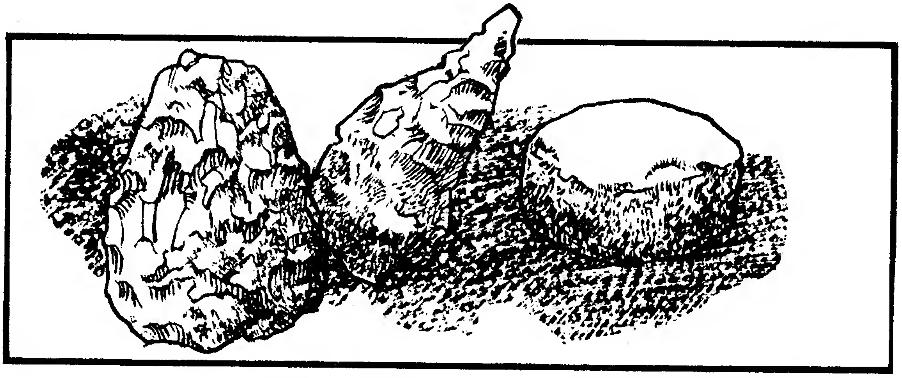
وقد وُجِدَتْ في الكهوفِ بقايا مواقدَ كثيرةٍ مما يدلُّ على أنَّ هؤلاء البشر قد استخدموا النارَ للدفءِ والحمايةِ . وربما كانوا قد بدأُوا يطبخونَ الطعام .

ولم يكنْ **إنسانُ نياندرتال** يملكُ فؤوساً يدويةً وحسب ، بل كانَتْ لديه أدواتٌ رقيقةٌ . كانَتْ هذه الأدواتُ مصنوعةً من حجرِ صوانٍ رقيقٍ عريضٍ له طرفٌ أو حرفٌ حادٌّ .

بعضُ الأدواتِ العريضةِ كانَتْ لها رؤوسٌ حادَّةٌ في شكلٍ قريبٍ من المثلّث . وربما كانَتْ تُسْتَخْدَمُ كسكاكينَ لسلخِ الحيواناتِ وتقطيعِها . وربما استخدمَ **إنسانُ نياندرتال** الحرابَ الخشبيةَ ذاتَ الرؤوسِ الحادّةِ .

ولكنْ ، هاكُمْ شيء غريبٌ عن **إنسانِ نياندرتال** : كانَ دماغُهُ أضخمَ من دماغِ الإنسانِ الحالي .

ما العصرُ الحجَري ؟



هناكَ مرحلةٌ بعيدةٌ في التاريخِ ، تعودُ إلى ما قبل اختراعِ الانسانِ للكتابةِ ، تُسمَّى بالعصرِ الحجريّ . فقد ظهرَ الإنسانُ على الأرضِ منذ (٥٠٠,٠٠٠) خمسمئة ألفِ سنةٍ على الأقل . لكنه لم يبدأْ الكتابةَ إلّا منذ بضعةِ آلافِ السنين (حوالى ستة آلاف سنة) . ولذلك فإنَّ مرحلةَ ما قبلَ التاريخِ تشمَلُ حقبةً زمنيةً طويلةً .

وباعتبارِ أنَّ الانسانَ تعلَّمَ في هذه المرحلةِ أن ينحتَ الأدواتِ الحجرية فقد سُمِّيَتْ بالعصرِ الحجريّ . والقسمُ الأَوّلُ من هذه المرحلةِ سُمِّيَ **بالعصرِ الحجريِّ القديم** .

الأشكالُ الأُولى للأدواتِ الحجريةِ كانت على الأرجحِ نوعاً من حجرٍ كبيرٍ كُسِرَ بحيثُ تكونُ له نهاياتٌ حادَّةٌ . وقد سَمَّى العلماءُ هذه الأَداةَ « **الفأْسَ الغليظَة** » . كما وُجِدَتْ قطعٌ حجريةٌ صغيرةٌ ذاتُ رؤوسٍ حادةٍ كانَتْ

تُستخدمُ كأدواتٍ . هذه الأدواتُ من **فأْسٍ غليظةٍ ورقائقَ ونصالٍ حجريةٍ** كانَت متعددةَ الاستعمالاتِ، وظلَّ الانسانُ يستعينُ بها طوالَ آلافِ السنينِ .

ثمّ لمّا جاءَ عصرُ الجليدِ ، كان قد ظهرَ « **إنسانُ نياندرتال** » . وكان في قدرةِ هذا الانسانِ أن يصنعَ أدواتٍ أرقى وأدقَّ من أدواتِ الإنسانِ في المرحلةِ السابقةِ ، وباتَ الناسُ يصطادونَ جماعاتٍ بدلَ الصيدِ الفرديّ .

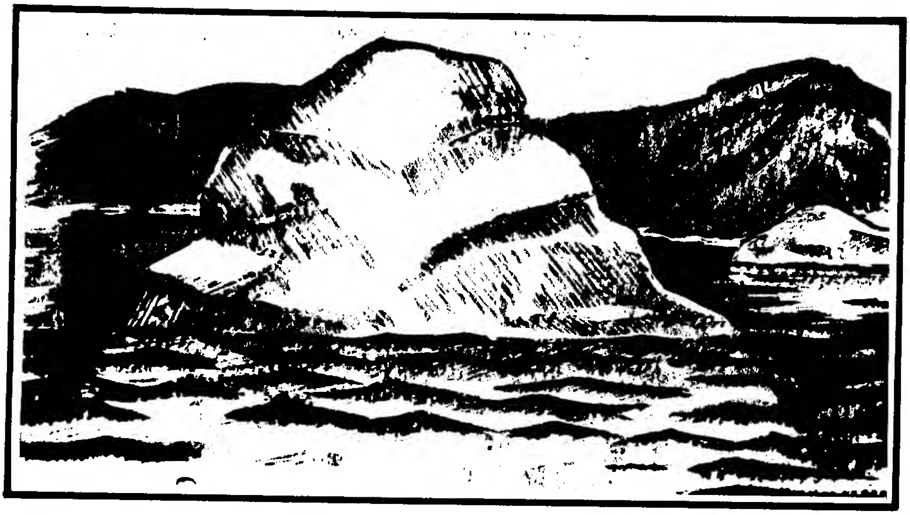
بعدَ **إنسانِ نياندرتال** جاءتْ مرحلةُ **إنسانِ كرومانيون** ، التي كانَتْ مرحلةً أكثرَ تقدُّماً . وقد صنعَ هذا الانسانُ أدواتٍ عديدةً من **رماحٍ وحرابٍ ومكاشطَ وسكاكينَ وإبرٍ** . **إنسانُ كرومانيون كان هو أيضاً صياداً** .

في الألفِ السادسِ قبلَ المسيحِ ، أيْ قبل ثمانيةِ آلافِ سنةٍ ، حدثَ تغيُّرٌ كبيرٌ في طريقةِ حياةِ الإنسانِ . إذ تعلَّمَ كيف يزرعُ الحبوبَ . وبذلك بدأ **العصرُ الحجريُّ الحديثُ** .

بدأ إنسانُ هذا **العصرِ الحجريّ الحديثِ يستخدمُ الحيواناتِ كمصدرٍ للغذاءِ** كما بدأ يستفيدُ من جلودِها للملبسِ . وبدأ يربّي قطعانَ الحيواناتِ ويبني البيوتَ، ثم أخذَ يصنعُ أشياءَ جديدةً لا تُؤْخَذُ مباشرةً من الطبيعةِ بل تُصنَعُ صُنْعاً .

أخذَ مثلاً يجبلُ الصلصالَ ويصنَعُ منه الأطباقَ والأواني . ثم تعلَّمَ كيفَ يشوي الأواني الصلصاليةَ لتتحولَ إلى خَزَفٍ يمكنُ أن يُطهى الطعامُ بداخِلِه . وبدأ يغزلُ الصوفَ وأليافَ الكتّانِ ليحولَها إلى خيوطٍ تُنسَجُ وتصنَعُ منها الملابسُ . ولمّا بدأ النّاسُ يعملونَ معاً بدأتِ القُرى تنشأُ ، وتتحولُ إلى مدنٍ حينَ تكبُرُ . وفي هذه المرحلةِ بدأتِ المدنياتُ تنشأُ .

مَتى انتهى عَصرُ الجَليد ؟



يعتقدُ معظمُ الناسِ أنّ **عصرَ الجليدِ** قد سادَ الأرضَ منذ أزمنةٍ بعيدةٍ ، ثم زالَ ولم يبقَ منه أيُّ أثرٍ . لكنّ علماءَ الجيولوجيا يعتبرونَ **أنّنا الآنَ في نهايةِ عصرِ الجليدِ** . والناسُ الذين يعيشونَ في غرينلاند ما زالوا في عصرِ الجليدِ بالفعلِ .

قبل (٢٥,٠٠٠) خمسةٍ وعشرينَ ألفَ سنةٍ كان غطاءٌ جليديٌّ سميكٌ يُغطّي أواسطَ أميركا الشماليةِ من الشاطىءِ الغربيِّ إلى الشاطىءِ الشرقيِّ ، ويمتدُّ شمالاً حتى القطبِ مشتملاً على كندا . كما كانَ هذا الغطاءُ الجليديُّ يغمرُ أوروبا وتبلُغ سماكتُهُ أكثرَ من ثلاثمئةِ مترٍ .

لكنَّ هذا لا يعني أن البرودَةَ كانَتْ باستمرارٍ شديدةً جداً . فدرجةُ الحرارةِ لم تكنْ تنخفضُ عمّا هي عليهِ الآنَ إلا بعشرِ درجات . **غيرَ أنَّ سببَ عصرِ الجليدِ هو الصيفُ الباردُ . فلم تكنِ الحرارةُ في الصيفِ تكفي لإذابةِ ثلوجِ الشتاءِ وجليدِهِ** . لذلك ظلَّتِ الثلوجُ وطبقاتُ الجليدِ تتراكمُ حتى غمرتْ معظمَ المناطقِ .

مرّ العصرُ الجليديُّ بأربعِ مراحلَ . في كلِّ مرحلةٍ كانَ الجليدُ يتكوَّنُ وينتشرُ ثم يذوبُ مُتراجعاً نحوَ القطبِ الشماليّ . ويُعْتَقَدُ أنَّ هذِهِ الدورةَ قد حدَثَتْ أربعَ مرّاتٍ . الفتراتُ الباردةُ تُسمَّى « **فتراتِ التجلُّدِ** » ، والفتراتُ الدافئةُ تسمى **فواصلَ فتراتِ التجلُّدِ** .

ويُعتقدُ أنَّ **عصرَ الجليدِ الأوّلِ** قد حلَّ قبلَ مليونَيْ سنةٍ ، **وعصر الجليدِ الثاني** حلَّ قبلَ مليونٍ ومئتين وخمسينَ ألفَ سنةٍ ، **والعصرُ الثالثُ** قد حلَّ منذُ نصفِ مليونِ سنةٍ ؛ أما **عصرُ الجليدِ الأخيرِ** فقد جاءَ منذُ مئةِ ألفِ سنةٍ .

ولم يتمَّ ذوبانُ جليدِ العصرِ الرابعِ بشكلٍ متساوٍ في كلِّ مكان . فقد ذابَ عن منطقةِ « وسكونسن » (بين كندا والولاياتِ المُتّحدة) منذُ (٤٠,٠٠٠) أربعين ألفَ سنةٍ ، وظلَّ الجليدُ يغطّي منطقةَ مينيزوتا المجاورةِ لها تماماً إلى ما قبل (١٥,٠٠٠) خمسة عشر ألف عامٍ . وفي أوروبا ذابَ الجليدُ عن ألمانيا منذُ (١٧,٠٠٠) سبعة عشر ألفَ عامٍ بينما ظلَّت السويدُ مغطاةً بالجليدِ حتّى ما قبل (١٣,٠٠٠) ثلاثةَ عشر ألف عام !

لماذا بقيت الجموديات حتى اليوم ؟

الكتلةُ الجليديّةُ الهائلةُ التي بدأَتْ عصرَ الجليدِ في شمالي أميريكا سُمِّيَتْ « **جموديةً قارّيّة** » ؛ ويُقدَّرُ أن سماكتها بلغت في الوسطِ (١٥,٠٠٠) خمسةَ عشرَ ألفَ قدم أو ما يقارب خمسة آلاف متر ، ويظن أنَّ هذه الجموديةَ الهائلةَ قد تكونَتْ ثم ذابتْ أربعَ مراتٍ على الأقل .

وعصرُ الجليدِ الذي سادَ في أماكنَ أخرى من العالمِ لم يكتملْ ذوبانُهُ بعد ! فجزيرةُ غرينلاند الكبيرةُ ما تزالُ مغطاةً بجموديةٍ قارّيّةٍ ، باستثناءِ شريطٍ ضيِّقٍ عند أطرافِها . أمّا في الوسطِ فإنَّ سماكَةَ هذه الجموديةِ تتجاوزُ ثلاثةَ آلافِ مترٍ . قارةُ آنتاركتيكا (القارةُ القطبيةُ الجنوبيةُ) هي أيضاً مغطاةٌ بجموديةٍ قارّيّةٍ تتراوحُ سماكتُها بينَ ثلاثةِ آلافٍ وأربعةِ آلافِ مترٍ ، في بعضِ المناطقِ !

وهكذا فإنَّ سبب بقاءِ الجمودياتِ حتّى الآن هو أنها لم تتهيَّأْ لها فُرَصُ الذوبانِ منذُ العصرِ الجليدي . غيرَ أنَّ معظمَ الجمودياتِ الموجودةِ اليومَ هي جمودياتٌ حديثةُ العهدِ ، وهي عادةً من نوعِ **جموديةِ الوادي** .

يبدأُ هذا الشكلُ من الجمودياتِ في وادٍ واسعٍ متدرِّجٍ يشبهُ المدرجَ المسرحيَّ . يتدفَّقُ الثلجُ إلى بطنِ الوادي عن طريقِ الانهياراتِ الثلجيةِ أو ينزلِقُ من السفوحِ . هذا الثلجُ لا يذوبُ في فصلِ الصيفِ بل تزدادُ سماكتُهُ عاماً بعد عام . وبمرورِ الوقتِ وتزايدِ الضغطِ من الأعلى بفعلِ كتلِ الثلجِ المتزايدةِ ، ونتيجةً للذوبانِ الجزئي للثلجِ ثم تجمدهِ من جديدٍ فإنَّ فقاعاتِ

الهواءِ الصغيرةَ التي تتخلَّلُ نثارَ الثلجِ تنطلقُ ويصبحُ الثلجُ في الأسفل مرصوصاً متصلِّباً ويتحوَّلُ إلى جليدٍ.

وعندما يزدادُ الضغطُ من الأعلى ، تبدأُ هذه الجموديةُ بالزحفِ البطيءِ في مجرى الوادي . هذا اللسانُ الجليديُّ الزاحفُ هو ما يدعى « **بجموديه الوادي** » .

نجدُ في جبالِ الألبِ الأوروبيةِ أكثرَ من (١٢٠٠) ألف ومئتي جموديةٍ من هذا النوع . كما نجدُ الجمودياتِ في جبالِ البيرينيه ، والكاربات والقوقاز في أوروبا . ونجدُها في السلاسِلِ الجبليةِ الضخمةِ في آسيا الجنوبيةِ كجبالِ الحملايا . أما في آلاسكا الجنوبيةِ فهناكَ عشراتُ الآلافِ من هذه الجمودياتِ ، ويبلُغُ طولُ بعضِها بين ٢٥ و٥٠ ميلاً (٤٠ أو ٨٠ كلم) !

عندما تنزلِقُ الجموديةُ وتنخفِضُ عن مستوى منطقةِ الثلوجِ يبدأُ لسانُها أو مقدمُها بالذوبانِ . فإذا تمَّ الذوبانُ بسرعةِ تحرُّكِ الجموديةِ نفسِها يبقى مقدمُها في الموقعِ نفسِهِ . وإذا تمَّ الذوبانُ بسرعةٍ أكبرَ من سرعةِ تحرُّكِ الجموديةِ يتراجعُ مقدمُ الجموديةِ إلى داخِلِ الوادي . وعندما تزحفُ جموديةُ الوادي خارجةً ، تتحطمُ إلى عددٍ من الكتلِ الضخمةِ . حين تصلُ هذه الكتلُ إلى البحرِ تكونُ أشبهَ بجبالٍ عائمةٍ وتُسمَّى **جبالَ الجليدِ** .

كيفَ تتكونُ جِبالُ الجَليـدِ ؟



عندما نفكرُ في جبالِ الجليدِ قد نتصوَّرُها كأشياءَ مدهشةٍ تشوقُنا رؤيتُها . ولكنَّ رؤيتَها لا تشوقُ السفنَ وركابَها لأنَّها تشكِّلُ خطراً كبيراً عليها وعلى الملاحةِ البحريةِ عموماً . وأكبرُ كارثةٍ عرفَتْها الملاحةُ البحريةُ وقعت عندما اصطدمَتْ السفينةُ الجبَّارةُ **تيتانيك** بجبلِ جليدٍ ليلةَ ١٤ نيسان/ابريل ١٩١٢ ، ولقي (١٥١٣) ألفٌ وخمسمئة وثلاثةَ عشرَ شخصاً حتفهُمْ نتيجةَ تحطُّمِ السفينةِ .

جبلُ الجليدِ قطعةٌ من جموديةٍ تحطَّمَتْ . يحدُثُ هذا عندما تزحفُ **الجموديةُ** (التي تشبهُ نهراً من الجليدِ) هابطةً مجرى الوادي في اتجاهِ البحرِ . **وهناك تتحطّمُ** ويشكِّلُ حطامُها جبالاً عائمةً من الجليدِ .

بعضُ الجمودياتِ لا يصلُ إلى شواطىءَ منفتحةٍ ثم إلى عرضِ البحرِ ، بل ينتهي إلى ما يسمَّى **بالزقاقِ البحري** وهو مكانٌ محاطٌ بجُرُفٍ شاهقةٍ . ومن هذا الزقاقِ البحري يعومُ جبلُ الجليدِ إلى البحرِ . بعضُ الجمودياتِ تأكُلُ الأمواجُ

أطرافَها أو تذيبُ هذه الأطرافَ ، فلا يبقى منها غيرُ جذرٍ ضخمٍ أو ما يُسمّى **بقَدَمِ الجمودية** ، ويبقى هذا الجذرُ غارقاً تحتَ الماء . وفي بعضِ الأحيانِ يتحطَّمُ هذا الجذرُ ويطفو فجأةً على السطحِ في شكلِ جبالِ جليدٍ .

يختلفُ حجمُ جبالِ الجليدِ اختلافاً كبيراً . الجبالُ الصغيرةُ تمتدُّ على طولِ ٢٠ أو ٣٠ قدماً (٦ أو ١٠ أمتار) . غيرَ أنّ جبالَ الجليدِ التي يبلُغُ طولُها مئاتِ الأقدامِ مألوفةٌ وكثيرةٌ . وهناكَ جبالُ جليدٍ عملاقةٌ يبلُغُ طولُها نصفَ ميلٍ (أو ٨٠٠ متر) .

وزنُ الجليدِ في جبالِ الجليدِ بالنسبةِ إلى وزنِ ماءِ البحرِ يعادل ٨/٩ ، ولذلك فإنّ ١/٩ من جبلِ الجليدِ يظهرُ فوقَ سطحِ الماءِ ويبقى ٨/٩ من حجمِهِ مغموراً بالماءِ . فإذا رأينا كتلةَ جليدٍ ترتفعُ مقدارَ ١٥٠ قدماً (حوالى ٥٠ مترا) فوقَ سطح الماء علينا أن نعرفَ أنّها تمتدُّ تحتَ الماءِ إلى عمقِ ألفِ قدم (٣٥٠ متراً) تحتَ الماء ! وكميةُ الجليدِ في جبلِ الجليدِ كبيرةٌ إلى درجةٍ تكادُ لا تُصَدَّقُ . تصوّروا أنّ عدداً كبيراً من جبالِ الجليدِ يصلُ إلى وزن (٢٠٠,٠٠٠,٠٠٠) مئتي مليون طن للجبل الواحِدِ !

وبما أنّ القسمَ الأعظمَ من جبالِ الجليدِ يغوصُ في الماءِ فإنّ الرياحَ لا تستطيعُ أن تسوقَها . وتجرفُها التياراتُ البحريّةُ . **معظمُ جبالِ الجليدِ يُجرَفُ باتجاهِ مناطقَ أكثرَ دفئاً وأقربَ من خطِّ الاستواءِ حيثُ يتمُّ ذوبانُهُ** . وقلّما يصمَدُ جبلٌ جليديٌّ بعدَ أن يلتقي بتيارِ الخليجِ شرقيَّ نيوفاوندلاند بكندا . لكن إذا صمدَ أيُّ جبلٍ ونجا من الذوبانِ السريعِ فإنّه يشكّلُ خطراً يهدِّدُ السفن . لذلك كانتِ الدولُ الشماليةُ تعيّنُ فرقاً لمراقبةِ جبالِ الجليدِ وتحذيرِ السفنِ وإعلامِها بمواقِعِ هذه الجبالِ .

ماذا حلّ بالحيوانات في عصر الجليد ؟

عصرُ الجليدِ هو تلك المرحلةُ من عمرِ الأرض حين تشكلتْ كتلُ جليديةُ هائلةٌ بدءاً من القطبِ الشماليّ وامتدّتْ جنوباً . وقد غطّى الجليدُ في هذا العصرِ أميركا الشماليةَ وشماليَّ أوروبا وسيبيريا .

يُعتَقَدُ أنَّ عصرَ الجليدِ الكبيرَ قد حلَّ منذ مليونِ سنةٍ ، كما يُعتقَدُ أنَّ بعضَ مناطقِ أوروبا وأميركا لم تخرجْ من عصرِ الجليدِ إلا منذُ بضعةِ آلافٍ من السنين ؛ كما أنّ بعضَ مناطقِ العالمِ كالقطبِ الجنوبي وغرينلاند ما تزالُ في عصرِ الجليدِ .

عندما حلَّ عصرُ الجليدِ هاجرتْ حيواناتُ المنطقةِ القطبيةِ الشماليةِ جنوباً هاربةً من البردِ . فالحيواناتُ التي لم تستطعْ أن تتحملَ ظروفَ البردِ الجديدةَ اضطرتْ للهجرةِ إلى المناطقِ الدافئةِ أو انقرضَتْ . والحيواناتُ الموجودةُ طبيعياً في المناطقِ التي غطّاها الجليدُ ذاتَ يومٍ ما هي إلاّ بقايا الأنواعِ العديدةِ التي كانت تعيشُ قبلَ عصرِ الجليدِ .

أما الإنسانُ فكان باستطاعتِهِ أن يتكيَّفَ مع ظروفِ البرد . ولعلَّ قسوةَ المناخِ ساعَدَتْهُ على تطويرِ ذكائِهِ ، لقد اضطرّ إلى مواجهةِ مزيدٍ من الصعوباتِ مما جعله يستخدمُ عقلَهُ وقدرتَهُ على الابتكارِ ليتمكّنَ من الاستمرارِ في الحياةِ .

النباتُ كذلك انحسَرَ عن الشمالِ لمّا هجمتِ الجمودياتُ ، ولكنهُ عادَ إلى الظهورِ بعدَ ذوبانِها . غيرَ أنَّ أنواعاً عديدةً قد انقرضت تماماً .

المحافظة على الطبيعة



كثُرَتْ في السنواتِ الأخيرةِ الحملاتُ التي تدعو إلى المحافظةِ على الطبيعةِ . المحافظةُ على الطبيعةِ تحملُ معانيَ عديدةً تختلفُ باختلافِ الشعوبِ والمناطقِ . فهي تعني ، بالنسبةِ إلى بعضِ الشعوبِ المحافظةَ على البيئةِ البريّةِ أو الوحشيّةِ في بعضِ المناطقِ بحيوانِها ونباتِها . وتعني بالنسبةِ لآخرين ، المحافظةَ على الحيواناتِ البريَّةِ . كما تشملُ المحافظةُ على الطبيعةِ الجهودَ لحمايةِ الغاباتِ والاستخدامِ الحكيمِ لمواردِ الطبيعةِ جميعِها .

وقد نشأَتْ قضيةُ حمايةِ الطبيعةِ لأنَّ الانسانَ يستخدمُ المواردَ الطبيعيةَ بمقاديرَ أعظمَ بكثيرٍ مما عرفَهُ الانسانُ في الماضي . وبما أنَّ عددَ سكانِ الأرضِ

يزدادُ ومستوى الحياةِ يرتفعُ ، فإنّ الحاجةَ إلى المواردِ الطبيعيةِ تتزايدُ تزايداً كبيراً . ولا بد أن «تُحفَظَ» مواردُ الطبيعةِ لنضمنَ استمرارَ وجودِها في المستقبل .

فماذا نعني « **بالموارِدِ** » **الطبيعية** ؟ يمكنُ أن نقسمَ هذه المواردَ إلى ثلاثةِ أنواعٍ رئيسيةٍ : النوعُ الأولُ هو المواردُ القابلةُ للتجدُّدِ . فالماءُ والأرضُ الزراعيةُ والغاباتُ والمراعي يمكنُ أن تُسْتَخْدَمَ ويجري تحسينُها وتجديدُها متى توَفَرَتِ العنايةُ والتدابيرُ المناسبةُ . هذه التدابيرُ تشملُ وقايةَ التربةِ من التعريةِ ، والسقيَ ، والتسميدَ .

النوعُ الثاني من المواردِ غيرُ قابلٍ للتجدُّدِ . وهذا النوعُ يشملُ الموادَّ المعدنيةَ والأملاحَ والفحمَ الحجريَّ والنفطَ والغازَ الطبيعيّ . إنّها تنفدُ متى استُخْرِجَتْ من الأرضِ ولا يمكنُ تجديدُها .

أمّا النوعُ الثالثُ فهو المواردُ التي لا يمكنُ أن تنفدَ ، كالطاقةِ الشمسيةِ ، والمناخِ ، والمحيطاتِ . فهذه لا يمكنُ زيادتُها أو إنقاصُها ، كما لا يمكنُ للانسانِ أن يتلفَها . لكن يمكنُ للإنسانِ أن يشوِّهَ جمالَ المشاهدِ أو يسبِّبَ تلوُّثَ الهواءِ والمياهِ .

كيفَ تكوّنتِ التربَة ؟



لو لم يكنْ سطحُ الأرضِ مغطىً بالتربةِ لما أمكنَ للإنسانِ أن يعيشَ . بدونِ التربةِ لا ينمو نباتٌ ، وبدونِ النباتِ لا يجدُ الحيوانُ والانسانُ ما يقتاتُ بِهِ .

التربةُ هي المسحوقُ غيرُ المتحجّرِ الذي ينبتُ فيه النباتُ . وتتكوّنُ التربةُ من جزئياتٍ صغيرةٍ من الصخورِ ومن البقايا المتفسخةِ للحيوانِ والنباتِ . وجزئياتُ الصخورِ هذه كانت ذاتَ يومٍ جزءاً من صخرٍ كبيرٍ . أمّا الموادُّ الحيوانيةُ والنباتيةُ فقد نشأَتْ من أجسامِ الحيواناتِ ومن النباتاتِ التي ذبلتْ وماتَتْ .

الصخورُ أجسامٌ قابلةٌ للتفتّتِ . وما من صخرٍ يصمُدُ أمامَ عواملِ الماءِ والريحِ وتقلباتِ الحرارة . هذه العواملُ تسبّبُ ما يسمّى بالتعريةِ والحتِّ ، وهي عمليةٌ مستمرةٌ بلا انقطاعٍ . والجموديّاتُ تجرفُ أثناءَ زحفِها أكواماً من الصخورِ ،

فتتعرض هذه الصخورُ المجروفةُ أثناءَ طريقها إلى السقوطِ والكسرِ أو إلى التآكُلِ حين يطحنُ بعضُها بعضاً نتيجةَ ضغطِ الجمودية .

الماءُ وما ينحلُّ فيه من الموادِّ الكيماويةِ قادرٌ أن يحلِّلَ أو يذيبَ أنواعَ الصخور . تقلُّباتُ الطقسِ بين الحرارةِ والبرودةِ تجعلُ العروقَ أو الموادَّ المعدنيةَ في الصخورِ تتمدَّدُ ثم تتقلَّصُ فينتجُ عن ذلك شقوقٌ في الصخورِ . . يتسرَّبُ الماءُ إلى هذه الشقوقِ ، وحين يتجمّدُ ويكبرُ حجمُهُ يزيدُ هذه الشقوقَ اتّساعاً . جذورُ النباتاتِ ، بدورِها تسبّبُ تشقُّقَ الصخورِ . ففي بعضِ الأحيانِ تسقُطُ بذورُ الأشجارِ في هذهِ الشقوقِ فتنبتُ أشجارٌ جديدةٌ تمتدُّ جذورُها بين الشقوقِ وتعملُ على انفلاقِ الصخرِ . الرياحُ تنحتُ الصخورَ حين تضربُها بعنفٍ حاملةً ذراتِ الترابِ أو الرملِ فتعملُ هذه الذراتُ عمل المبردِ .

لكنَّ هذه مجردُ بداياتِ تكوُّنِ التربةِ . فلكي تتحولَ هذه الجزئياتُ الصخريةُ الناعمةُ إلى تربةٍ لا بدَّ لها من أن تمتزجَ بـ « **الدُّبال** » أي بالمادةِ السمراءِ التي تنتجُ عن تحلُّلِ أجسامِ الحيوانِ والنباتِ . و« **الدُّبالُ** » يشكِّلُ المادةَ العضويةَ في التربةِ . فعندما تموتُ الحيواناتُ وتتكسَّرُ النباتاتُ أو تموتُ ، تتفسخُ بفعلِ البكتريا وتصبحُ جزءاً من التربةِ .

هذه البكتريا التي تفسخُ الأجسامَ الحيوانيةَ هي التي تسبِّبُ خصبَ التربةِ . بل إنَّ ديدانَ الأرضِ وعدداً من الحشراتِ تساعدُ على إغناءِ التربةِ . أغنى طبقاتِ التربةِ هي الطبقةُ العليا ، لأنَّ هذه التربةَ السطحيةَ هي الغنيةُ « **بالدُّبالِ** » . أمّا الطبقةُ الواقعةُ تحتَ الطبقةِ العُلْيا فتتكوّنُ من جزئياتِ الصخورِ في معظمِها . وتحت هذه الطبقةِ نجدُ « **السريرَ الصخريَّ** » وهو طبقةٌ صخريةٌ قائمةٌ تحتَ التربةِ .

كيفَ يتكون الشلال ؟

عندما يصلُ الجدولُ أو النهرُ أثناءَ جريانِه إلى جدارٍ من الصخورِ أو إلى جرُفٍ أو مُنحدَرٍ شاهقٍ يحدُثُ ما نسميه **بالشلال** . والشلالاتُ أنواعٌ ، منها ما ينحدرُ فجأةً من شاهقٍ عمودي ، ومنها ما ينحدرُ مُتـدرّجاً فـوق سلسلةٍ من المصاطب ، وهناك ، أخيراً ، الشلالاتُ التي تنحدرُ فوق مجرىً شديدِ الميلِ .

شلالاتُ نياغارا تبيّنُ لنا كيف يمكنُ لكتلةٍ صخريةٍ بارزةٍ أن تكوِّنَ شلّالاً . فالطبقاتُ الصخريةُ العُليا في نياغارا مكوَّنةٌ من حجرِ الدولوميت الصلب . تحت طبقةِ الدولوميتِ طبقةٌ من الحجرِ الصفحي وهو حجر يسهُلُ انفلاقُه وتفتُّته . ونهرُ نياغارا ينحدرُ من أعلى صخورِ الدولوميتِ إلى بركةٍ أو حوضٍ عظيمٍ في الأسفلِ ، حيثُ تُفَتِّتُ المياهُ السّاقطةُ المُدَوِّمةُ الصخرَ الصفْحيَّ . عمليةُ التآكُلُ التي تصيبُ طبقةَ الصخرِ الصفْحي السُّفلى تُحدِثُ تجويفاً تحتَ طبقةِ الدولوميت ، لذلك فإنَّ كتلاً من الدولوميتِ تنهارُ بين الحينِ والحين فتُحدِثُ مقطعَاً حديثاً للصخرِ وتعيدُه أشدَّ انحداراً . وفي شلالاتٍ أخرى من هذا النّوعِ تكونُ الصخورُ الصلبةُ من نوعِ الحجرِ الرمليِّ والحجرِ الكلسيِّ أو من الحجرِ البركانيِّ .

نموذجٌ آخرُ يبيِّن كيفيةَ تكوّنِ الشلالاتِ نجدُه في شلالاتِ يَلوستون السُّفلى . هنا دُفعت كُتلٌ عظيمةٌ من الصخورِ المُنصهرةِ من الأسفلِ إلى الأعلى في الأزمنةِ الجيولوجيةِ السابقةِ . وقد تصلّبتْ هذه الصخورُ فيما بعدُ وشكّلت جداراً في طريقِ النهرِ .

وفي حالاتٍ أخرى نجدُ أوديةً قد حَفَرَتْ فيها الجموديات القديمةُ أخاديدَ عميقةً ، جاعلةً جوانبَ الوادي شديدةَ الانحدارِ كالجدرانِ ، فإذا صادف مرورُ مجرى مائيٍ فوقَها كان الشلّالُ . وفي حالاتٍ مختلفةٍ تنهَضُ هضابٌ كبرى بفعلِ الحركاتِ التي تُغيِّرُ سطحَ الأرضِ ، مما يجعلُ النهرَ الذي يعبرُ حافتَها يسقطُ مُحدِثاً شلالاً .

الشلالاتُ الثلاثةُ الأكثرُ شهرةً في العالمِ هي **شلالاتُ نياغارا** ، و **شلالاتُ فكتوريا** على نهرِ زامبيزي في أفريقيا ، **وشلالاتُ إيغواسو** بين الأرجنتين والبرازيل والباراغواي . غير أنَّ شلالاتِ نياغارا تأتي في الدرجةِ الأولى من حيثُ غزارةُ المياهِ .

وأعلى الشلالاتِ في العالمِ هي **شلالاتُ إينجل** في فنزويلا ، وهي تنحدرُ عن علو (**٣٣٠٠**) قدم (ألف متر) . وقد شاهدها الطيَّارُ جيمي **إينجل** لأولِ مرةٍ عام **١٩٣٥** من طائرتِه ، وكانت أولُ زيارةٍ لها عام **١٩٤٨** .

بعض الشلالاتِ شديدُ الفائدةِ للانسانِ لأنّه يوفّرِ له الطاقةَ . فهي تُستَغلُّ لتوليدِ الطاقةِ الكهربائيةِ التي تُديرُ المعاملَ . غيرَ أن نصفَ مساقِطِ الماءِ القويةِ في العالمِ موجودٌ في أفريقيا ولم يجرِ استغلالُ القسمِ الأكبرِ منها بعد .

كيفَ كانَ إنسانُ كرومانيون ؟



مرَّ الإنسانُ بمراحلِ تطورٍ عديدةٍ خلالَ آلافِ السنين ، وفي بعضِ هذه المراحلِ كانَ يعيشُ في الكهوفِ . ولعلَّ أهمَّ الأطوارِ البشريةِ لسكانِ الكهوفِ طورُ إنسانِ كرومانيون . وقد عاشَ هذا الانسانُ في أوروبا في نهايةِ عصرِ الجليدِ .

أُطلِقَ على هذا الإنسانِ اسمُ « **إنسانِ كرومانيون** » لأنَّ أوائلَ البقايا التي اكتُشِفَتْ عُثِرَ عليها في موضعٍ يُسمَّى « **كرومانيون** » جنوبي فرنسا. والتعرُّفُ إلى أخبارِ هذا الانسانِ شيِّقٌ وطريفٌ لأنَّ الخبراءَ الذين فحصوا الهيكلَ العظميَّ الأولَ الذي عُثِرَ عليه قالـوا إنّه كان ذكياً جداً . ولو أنّه وُجِدَ في أيامِنا هذه لكانَ عالماً أو فناناً أو رجلَ دولةٍ .

عاش **إنسانُ كرومانيون** في ظروفٍ صعبةٍ جداً ، تحيطُ به الحيواناتُ المفترسةُ وغيرها من الأخطارِ . لكنْ على الرغمِ من تلكَ الظروفِ الصعبةِ وَجَدَ مُتَّسعاً من الوقتِ كي يرسمَ رسوماً رائعةً على جدرانِ الكهوف .

وما تزالُ هذه الرسومُ باقيةً حتى الآنَ ، وهي تستأثرُ بالإعجابِ لجمالِها والبراعةِ في رسمِها .

كانت **لإنسانِ كرومانيون** حياةٌ اجتماعيةٌ متطوِّرةٌ . فقد كانَ الناسُ في هذا الطورِ يعيشون أُسَراً ؛ وبما أنّهم كانوا يصطادون جماعاتٍ فلا بد أنّهم عاشوا قبائلَ قبائل . وكانوا يؤمنون بوجودِ عالمٍ للأرواحِ ، ويعتقدون بأنّ الميتَ يُبعَثُ ويعودُ الى الحياةِ في عالمٍ آخرَ .

وشيئاً فشيئاً ، طوّروا أدواتٍ حجريّةً وأسلحةً أكثرَ دقّةً وتقدُّماً . وتوصَّلوا إلى نَحْتِ رؤوسِ الحِرابِ والرّماحِ من قرونِ الحيواناتِ وعظامِها . كما اخترعوا سلاحَ النبالِ أو السهامِ التي تُرمى من بعيدٍ . وتوّصلتِ النساءُ إلى عمليةِ دبغِ الجلودِ وتحويلِها إلى كسوةٍ عن طريقِ خياطتِها بإبرةٍ من العظامِ . وهكذا نرى أنّ **إنسانَ كرومانيون** كان ذكياً جداً وبلغَ مستوى رفيعاً من التقدُّم .

مَا قَارةُ الاطلَنطيد المفقودة ؟



نُسِجَتِ الحكاياتُ منذ أيامِ الإغريقِ القدماءِ عن جزيرةِ **اطلنطيدَ** أو **قارَّةِ اطلنطيدَ** المفقودةِ . وقد تصوَّرَ الناسُ هذه القارةَ جزيرةً شاسعةً في **المحيطِ الأطلسيِّ** غربيَّ صخرةِ جبرالتار . **وكان الناسُ يعتقدون أنَّها مكانٌ مثاليٌّ شبيهٌ بالفردوسِ** .

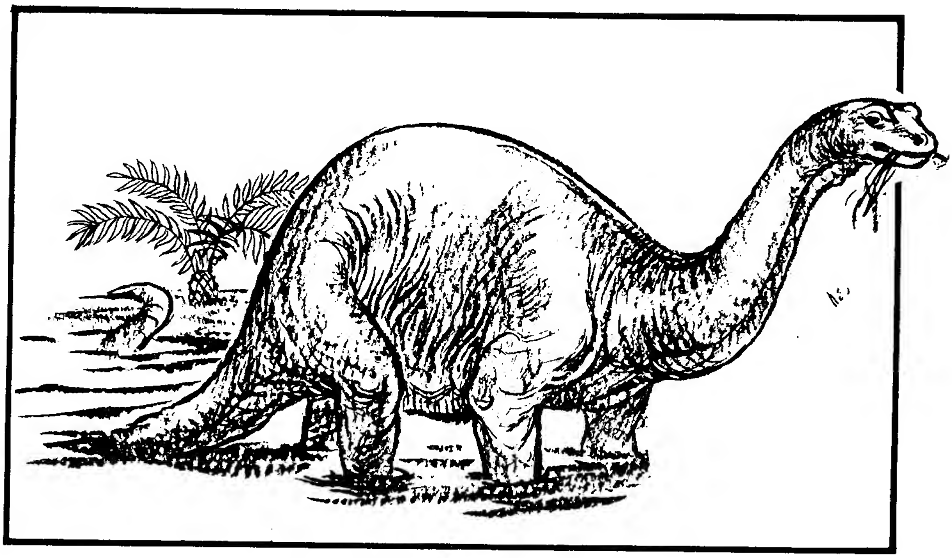
وتروي الأساطيرُ أنَّ **الأطلنطيدَ** كانت مملكةً قويةً ، استطاعَ أهلُها أن يهزِموا أوروبا الجنوبيةَ الغربيةَ كلَّها ، وأفريقيا الشماليةَ الغربيةَ . وفي النهايةِ هزمَهُمْ شعبُ أثينا اليونانيُّ .

بعد الهزيمةِ صارَ شعبُ الأطلنطيدِ شرّيراً ، فابتلَعَ المحيطُ جزيرتَهم كعقابٍ لهم . رُوِيَتْ هذه الأسطورةُ في كتابِ « **طيماوس** » الذي وضعَهُ أفلاطُون الفيلسوفُ اليونانيُّ عام ٣٠٠ ق . م . وترى الأسطورةُ أنَّ الجزيرةَ قد فُقِدَتْ قبلَ زمنِ أفلاطونَ بـ (٩٠٠٠) بتسعةِ آلافِ سنةٍ .

وقد شاعَ الاعتقادُ ، خلالَ العصورِ الوُسطى الأوروبيةِ ، بصحةِ الحكاياتِ المُتداوَلَةِ عن **قارةِ الأطلنطيد** . وقامَتْ في القرنين الرابعَ عشرَ والخامسَ عشرَ رحلاتٌ عديدةٌ لاكتشافِ **قارَّةِ الأطلنطيد** . ولعلَّ هذه الحكاياتِ قد انطلقَتْ من وقائعَ صحيحةٍ . إذ ربَّما عادَ بعضُ المسافرين ليتحدَّثَ عن اكتشافِه لأرضٍ جديدةٍ غريبةٍ ، غربيَّ المحيطِ الأطلسي ؛ وتجمَّعتْ هذه الحكاياتُ لتكوِّنَ **أسطورةَ الأطلنطيد** .

حتّى في أيامِنا هذه نجدُ ، في بعضِ أنحاءِ الولاياتِ المتحدة ، أشخاصاً يؤمنون بصحةِ أسطورةِ أطلنطيد . ويقولُ الشخصُ الذي يعتبرُه هؤلاءِ الناسُ خبيراً بشؤونِ الأطلنطيد ، إنَّ هذه القارةَ أولُ مكانٍ تَحضَّرَ فيه الانسانُ . ويعتقِدُ أنَّ الآلهةَ الوثنيةَ التي عبدَتْها الشعوبُ القديمةُ كانت فعلاً ملوكاً وملكاتٍ في الأطلنطيد ، وأنّ سكّانَ الأطلنطيدِ أولُ من توصَّلَ الى صناعةِ الحديدِ وأولُ من وضعَ أبجديةً .

مِن أين نستقي المعلومات عن الدينوصور ؟



مرّ معَنا أنَّ الدّيناصوراتِ ظهَرتْ على الأرضِ منذ حوالى (١٨٠) مليونَ سنةٍ وانقرضَتْ منذُ (٦٠) مليونَ سنةٍ . وهذا يسبُقُ الزمنَ الذي ظَهرَ فيه الانسانُ على الأرضِ ، كما يسبقُ ظهورَ حيواناتٍ من نوعِ الكلبِ والأرنبِ والحصانِ والقردِ أو الفيلِ . فكيف عرفْنا ما نعرِفُ عن هذهِ الحيواناتِ العملاقةِ ؟ .

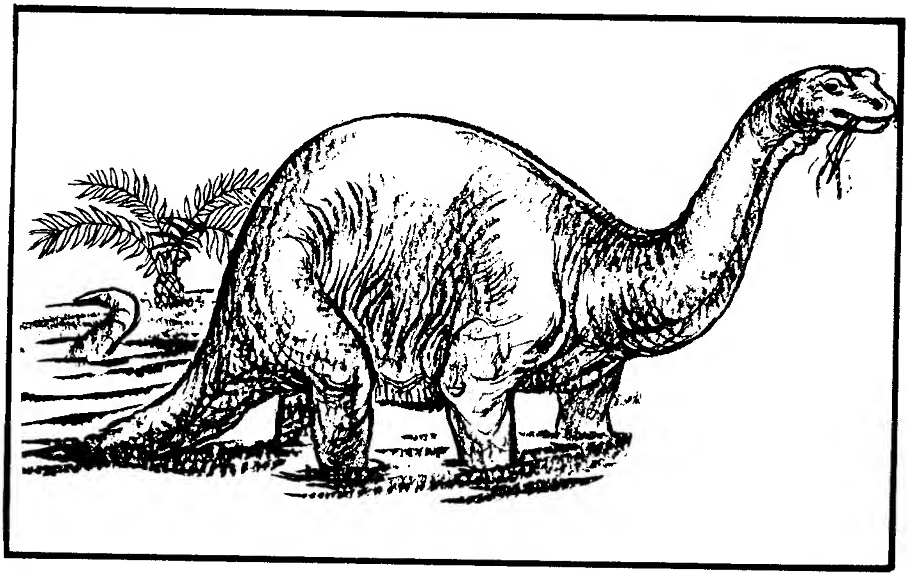
كلُّ ما عرَفناه عن الدّيناصوراتِ ـ وكلُّ ما سوفَ يعرفُه الانسانُ عنها ـ آتٍ من المُسْتحاثاتِ أو المُتحجِّراتِ ، وهي البقايا التي خلَّفَتْها هذهِ الكائناتُ على الأرضِ . وهناك أنواعٌ من المُسْتَحاثاتِ :

أكثرُ المُستحاثاتِ شيوعاً هي البقايا المتحجِّرةُ للأجزاءِ الصلبةِ من أجسامِ هذه الحيواناتِ كالعظامِ والأسنانِ والمخالبِ . ويستطيعُ العلماءُ أن يدرسُوا هذه البقايا ومنها يشكِّلون صورةً عن كيفيةِ تكوين جِسمِ الـدّينـاصـورِ .

وفي بعضِ الأحيانِ يتمُّ العثورُ على أجزاءَ غيرِ صلبةٍ لكنَّها متحجِّرةٌ كالأوتادِ والجلدِ ؛ وهذهِ بدورِها تقدِّمُ المزيدَ منَ المعلوماتِ وتجلو المزيدَ من الغوامضِ . وقد تكونُ المستحاثاتُ آثارَ الجسمِ أو آثارَ الأقدامِ التي انطبعتْ في الرِّمالِ الرطبةِ أو في الوحلِ وتصلّبَتْ وتحوَّلَتْ إلى حجارةٍ بمرورِ العصورِ . ومن هذه المستحاثاتِ يمكنُ أنْ نعرفَ كيفَ كانتِ الدّيناصوراتُ تمشي ،وهل كانت تمشي على قائمتين أم على أربعٍ . وأندرُ مستحاثاتِ هذه المرحلةِ على الإطلاقِ بيضُ الدّيناصور .

عن طريقِ جمعِ المعلوماتِ من هذه المستحاثاتِ ، يمكنُ أن نعرفَ أنَّ **البرونتوصورَ** كان وحشاً يتراوحُ طولُه بينَ (٧٠) و (٨٠) قدماً ويزِنُ حوالى (٣٨) طناً . ونعرفُ أنَّهُ عاشَ في المستنقعاتِ وكانَ من العواشِبِ . كما نعرُف أنَّ نوعاً من الدّيناصور يُدعى « **آلّوصور** » كانت له أسنانٌ حادّةٌ وفكان قويان جدّاً وكان يفترِسُ **البرونتوصورَ** وغيرَه من الزواحفِ آكِلةِ العشبِ . فقد وجَدَ العلماءُ بين عظامِ البرونتوصورِ المكسورةِ متحجراتٍ من أسنانِ الآلوصورِ وقد غُرِزَتْ عميقاً في تلكَ العظامِ .

لِماذا انقرضَ الدينوصور؟



منذُ مئةٍ وثمانين مليونَ سنةٍ كانتِ الزواحفُ تسودُ الأرضَ . وقد بلغَتْ حدّاً من الكثرةِ ، وكانت قويةً جداً ، حتى أُطلِقَ على تلك المرحلةِ من عمرِ الأرضِ لقبُ **عصرِ الزواحفِ** . أما التسميةُ العلميَّةُ لتلكَ المرحلةِ فهي العصر أو الدهر **الجيولوجيُّ الوسيطُ** .

كان أضخمَ الزواحفِ كلّها **الدّيناصورُ** . وأضخمُ الديناصوراتُ كانت أكبرَ الحيواناتِ التي مشَتْ على الأرضِ إطلاقاً ! ومع ذلك انقرضَتِ الدّيناصوراتِ منذ ستينَ مليونَ سنةٍ .

لم تكُنْ أوائلُ الدّيناصوراتِ أكبر حجماً من الديكِ الروميِّ ؛ وكانت مثلَ الديكةِ الروميةِ تسيرُ على القوائمِ الخلفيّةِ . وبمرورِ الزمنِ تطورَتْ بعضُ فصائلِ **الدّيناصور** فازدَادَ حجمُها ووزنُها حتى أن قوائمَها لم تعُدْ قادرةً على حملِها إذا مشَتْ على الأرضِ . وكانَ عليها أن تُمضيَ معظمَ عمرِها في الأنهارِ والمُستنقَعاتِ حيثُ تبقى أجسامُها الضخمةُ عائمةً وتخفُّ وطأتُها على القوائم .

من فصائلِ الدينوصوراتِ الضخمةِ فصيلةُ « **البرونتوصور** » . كان طولُ هذا « **الدّيناصورِ** » يتراوحُ بين (٧٠) و (٨٠) قدماً (أو **٢١ , ٢٤** متراً) ويَزِنُ ثمانيةً وثلاثين طناً ! وهنـاك فصائـلُ من **الديناصـور** ظلَّتْ على اليـابسةِ **كالتيرانوصور** ، وكانَ وحْشاً يبلغُ طولُه (٤٧) قدماً (**١٤** متراً) وارتفاعُه (٢٠) قدماً (ستة أمتار) . وربما كان **التيرانّوصورُ** أشدَّ الحيواناتِ التي عاشَتْ على الأرضِ ضراوةً ووحشيةً .

تطوّرَتِ الدّيناصوراتُ من نواحٍ عديدةٍ ، غيرَ أنَّ أدمغتَها هي التي لم تتطورْ . وربّما كان سببُ انقراضِ الدّيناصوراتِ هو أنّها لم تكنْ على قدرٍ من الذكاءِ يسمحُ لها بالتخلُّصِ من الأعداءِ الطبيعيين وإيجادِ سبُلِ النجاةِ والبقاءِ .

ويَعتقدُ معظمُ العلماءِ أن التغيُّراتِ التي طرأَتْ على الأرضِ والمناخِ هي التي قضَتْ على الدّيناصورات . فقد جفَّتِ المستنقعاتُ وبرزتِ الجبالُ ، ولم تكنْ بعضُ الدّيناصوراتِ قادرةً على العيشِ فوقَ اليابسةِ . كما أنَّ تغيراتِ المناخِ سبَّبَتْ تغيُّراتٍ في النباتِ ، وبما أن الدّيناصوراتِ كانت من العواشبِ (آكلةِ النباتِ) فقد اختفَتْ مادةُ غذائِها . **وأخيراً لمّا بدأتِ الأرضُ تخضعُ للفصولِ وتقلُّباتِها متحوّلَةً من الصيفِ الحارِّ إلى الشتاءِ المُثلجِ لم تستِطعِ الدّيناصوراتُ أن تتكيَّفَ مع هذه التغيُّراتِ وانقرضَتْ تدريجياً** .

جَوُّ الأرض

عندما نقرأ عن خططِ الانسانِ لغزوِ الكواكبِ تمرُّ معنا تساؤلاتٌ كثيرةٌ عن الجوِّ في طليعتِها هذا السؤالُ : هل لبقيةِ الكواكبِ جوٌّ كجوِّنا الأرضي ؟ .

المعلوماتُ التي تجمَّعَتْ لدى العلماءِ حتّى الآنَ تدلُّ على أنّه ما من كوكبٍ آخرَ أو نجمٍ له جوٌّ كجوِّنا . فما هو الجوُّ ؟ .

يمكنُ أنْ نعتبرَ الجوَّ نوعاً من محيطٍ أو أوقيانوسٍ عظيمٍ من الهواءِ يحيطُ بالأرضِ ويعلو مئاتِ الأميالِ . يتكوّنُ هذا الهواءُ من غازاتٍ نجدُها دوماً بالنسبةِ ذاتِها . أوّلُ هذه الغازاتِ **النيتروجين (أو الآزوت)** ، **وهو موجودٌ في الهواءِ بنسبةِ** (٧٨٪) ثمانيةٍ وسبعين بالمئة ، ويليه **الأوكسجين الذي يوجدُ بنسبةِ** (٢١٪) واحدٍ وعشرين بالمئةِ . أما نسبةُ (١٪) المتبقيةُ فهي تمثّلُ ما يُسمّى بالغازاتِ النادرةِ ، كالأرغون ، والنيون ، والهليوم والكريبتون **والكزينون** .

الهواءُ الذي يغلّفُ الكرةَ الأرضيةَ له تركيبٌ كيماويٌّ واحدٌ يمتدُّ حتّى علوِّ (١٨) ميلاً ، مع أنّه يُحتملُ أن يكونَ مُمتداً حتى علوّ (٤٤) ميلاً . وعندما نصلُ إلى هذا الارتفاعِ نكونُ قد وصلْنا إلى نهايةِ **الطبقةِ الجوّيةِ السُّفلى من الغلافِ الجوّيِّ (أو التروبوسفير)** ، وهي الطبقةُ الأقربُ والتي تحيطُ بالأرضِ مباشرةً .

بدءاً من ارتفاعِ (١٨) ميلاً وحتى ارتفاعِ (٣١) ميلاً عن سطحِ الأرضِ توجدُ طبقةٌ من الهواءِ الحارِّ ، تصلُ حرارتُها إلى (١٠٨) درجات فهرنهايت تقريباً

(٤٢ درجة مئوية) . هذه الحرارةُ ناتجةٌ عن امتصاصِ **الأوزونِ** ، الموجودِ في هـذه الطبقـةِ ، لحرارةِ الشمسِ . **والأوزون شكـلٌ خـاصٌ من أشكـالِ الأوكسجين** . غير أنّ ذرّةَ **الأوزون تضمُّ ثلاثةَ جواهرَ من الأوكسجين** بينما تضمُّ الذرّةُ العاديةُ جوهرين ، **طبقةُ الأوزونِ الحارةُ هذه تحمينا من أشعّةِ الشمسِ فوق البنفسجية** الناشطة جداً . ولولا طبقةُ الأوزون ما كنّا نتحمّلُ أشعّةَ الشمسِ .

فوقَ **طبقةِ الأوزون** هناك طبقةٌ أو سلسلةٌ من الطبقاتِ الجويةِ تُسمّى **الإيونوسفير أو الغلافَ الإيوني** . ويمتد هذا الغلافُ من ارتفاعِ (٤٤) ميلاً إلى ارتفاع (٣١٠) أميال فوقَ الأرضِ . ويتألفُ هذا الغلافُ من جُزَيْئاتٍ مؤَيَّنةٍ أو مكهربةٍ بتأثيرِ الشمسِ .

الذرّاتُ في الجوِّ تظلُّ في حركةٍ دائمةٍ . وتماسكُ الجوِّ ناتجٌ عن تصادُمِ الذرّاتِ . هذا التّصادُمُ هو الذي يحولُ دون تبعثرِها أو انفلاتِها في الفضاءِ . لكنْ كلّما ارتفعنا في الجوِّ خفَّت كثافةُ الهواءِ وصار مخلخلاً (أي قريباً من حالةِ الخلاءِ) . وتقلُّ فُرَصُ التصادُمِ ، فإذا اندفعت ذرةٌ نحو الأعلى ولم تصطدمْ بذرةٍ ثانيةٍ ليعيدَها الاصطدامُ إلى الأسفلِ أكملتْ طريقَها وانفلتَتْ في الفضاءِ الخارجيِّ ، وهكذا تقلُّ كثافةُ الهواءِ تدريجياً حتى تصلَ إلى الخلاءِ الكامل .

هناك منطقةٌ اسمُها **الجوُّ الخارجي** حيث تتحركُ الذراتُ المنفلتةُ بحريةٍ . وتمتدُّ هذه المنطقة بدءاً من ارتفاع (٤٠٠) ميل حتى (١٥٠٠) ميل تقريباً .

هَل لِلهَواء وَزن ؟

هناك أشخاصٌ يعتبرون الهواءَ كلا شيء. ولكنَّ الهواءَ شيءٌ بكلِّ تأكيدٍ ، ما دامَ مادةً مكوَّنةً من بعضِ الغازاتِ . **صحيحٌ أنَّ الغازَ بلا شكلٍ معيّنٍ أو حجمٍ معينٍ ولكنّه يشغَلُ حيّزاً في الفراغِ .**

المحيطُ الهوائيُّ الذي يحيطُ بالأرضِ ويمتدُّ مئاتِ الأميالِ نحو الأعلى منجذبٌ نحو الأرضِ بفعلِ الجاذبيةِ . وما دامَ مشدوداً بالجاذبيةِ فإن له وزناً . **وبما أنّ الهواءَ يملأ كلَّ فراغٍ حولَنا فإنّه يزيدُ وزنَ كلِّ شيءٍ يملأه** . لنأخذ مثلاً ، الكرةَ الطائرةَ (الفوليبول) ، التي يملأُها قليلٌ من الهواءِ نسبياً . فلو وَزَنّا كرتَيْن متماثلتين ، الأولى مفرغةٌ من الهواءِ والثانيةُ ممتلئةٌ به لوجَدْنا المفرغةَ أخفَّ من الكرةِ الممتلئةِ .

وزنُ الهواءِ يُحدِثُ ضغطاً . إنه يُحدِثُ ضغطاً على الجسمِ الإنسانيِّ من الجهاتِ كلها ، كما يمارسُ الماءُ على أجسامِنا ضغطاً من الجهاتِ كلِّها حين نغوصُ إلى قاعِ البحرِ .

إنَّ كتلةَ الهواءِ العظيمةَ تمارسُ على الأرضِ ضغطاً كبيراً وزنُه أو مقدارُه (١٤,٧) رطلاً انكليزياً على كلِّ بوصةٍ مربعةٍ ، أو ما يعادلُ وزن ١,٠٣٣ كيلوغرام على كلِّ سنتمترٍ مربّع .

هذا الوزنُ ١٤,٧ رطلاً هو وزنُ عمودٍ من الهواءِ مساحةُ قاعدتِه بوصةٌ مربعةٌ

واحدةٌ (وبالتالي فإنَّ وزنَ ١,٠٣٣ كلغ هو وزنُ عمودٍ من الهواءِ مساحةُ قاعدتِه سنتمترٌ واحدٌ) وارتفاعُه يساوي ارتفاعَ الغلافِ الجويِّ المحيطِ بالأرضِ . ويمكنُ قياساً على هذا أن نحسبَ وزنَ الهواءِ الذي يضغطُ على أيِّ عضوٍ من جسمِ الانسانِ . خذْ راحةَ يدِكَ مثلاً ، ومساحتُها تبلغُ (١٢) اثنتي عشرةَ بوصةً مربعةً، فتصوّرْ أنّ راحَتك هذهتتحملُ ضغطاً جوياً وزنُه ١٢ × ١٤,٧ أي ١٧٦,٤ رطلاً انكليزياً ! والسببُ الذي يجعلُك غيرَ شاعرٍ بأنّك تحملُ هذا الوزنَ كلَّه هو أنّ الهواءَ تحتَ يدِك يضغطُ بوزنٍ يساوي الضغطَ الذي تحملُه من الأعلى . ورأسُ الانسانِ يتحملُ ضغطاً وزنُه ٦٠٠ رطل انكليزي (أو ٦٠٠ × ٤٥٣ غ) مع ذلك فإن هذا الوزنَ لا يسحقُ الرأسَ لأن في الرأسِ وفي الجسمِ كلِّه من الداخلِ هواءً أو ضغطاً يعادلُ الضغطَ الّذي يتحمّلُه من الخارج .

كلّما ارتفعْنا عن مستوى سطحِ البحرِ (إلى أعالي الجبالِ مثلاً) خفّتْ كثافةُ الهواءِ ونقصَ بالتالي وزنُ الضغطِ الجويّ . على ارتفاعِ (٢٠٠٠٠) عشرين ألف قدمٍ يصبحُ وزنُ الضغطِ الجوّي (٦,٤) أرطال على البوصة المربعة ، بينما وزنُ الضغطِ على ارتفاعِ (١٠٠٠٠) عشرةِ آلافِ قدمٍ يبلغُ (١٠,١٦) أرطالٍ على البوصةِ المربّعة . ولو استطعتَأن ترتفعَ إلى علوّ (٦٢) ميلاً لوجْدتَ أنّ الضغطَ الجوّيَ يكادُ ينعدمُ .

ماسبب احمرار الأفق وقت الغروب ؟

غروبُ الشمسِ بألوانِه الحمراءِ الحارَّةِ الممتزجَةِ بالألوانِ الناريَّةِ من أجملِ المشاهدِ التي يتخيَّلُها الانسانُ . وكم نحبُّ أن نقولَ مندهشين أمامَ مشهدِ الغروبِ « ما أشَدَّ احْمِرَارَ الشمسِ ! » .

لكنّنا نعرفُ تماماً أنَّ الشمسَ لم تحمرَّ ولم يتغيّرْ لونُها أبداً . كلُّ ما هنالِك **أنّها تبدو لنا كذلك في** ساعةٍ مُعَيَّنَةٍ من ساعاتِ النهار . والواقعُ ، هنالك ، في تلكَ اللحظةِ نفسِها ، أشخاصُ آخرون في أماكنَ بعيدةٍ ينظرون إلى الشمسِ نفسِها ولا تبدو لأعينِهم حمراءَ .

السببُ الذي يجعلُ ألوانَ الغروبِ حمراءَ هو المسافةُ الكبيرةُ التي تجتازُها أشعّةُ الشمسِ مُخترقةً جوَّ الأرضِ . إذْ كلّما انخفضتِ الشمسُ مُقْتَربةً من الأفقِ ازدادتْ مسافةُ الجوِّ الأرضي التي سيجتازُها الضوءُ .

لكنْ ، لنتذكَّرْ أولاً ، أنَّ **ضوءَ الشمسِ مزيجٌ من أنوارٍ متعددةِ الألوانِ** . في الحالةِ العاديةِ يؤلِّفُ هذا المزيجُ لوناً يبدو لعيونِنا أبيضَ . والجوُّ الأرضيُّ يحتوي **دقائقَ** من الهواءِ والغبارِ وبخارِ الماءِ ، وشوائبَ أخرى . عندما يجتازُ الضوءُ هذه العناصرَ تضيعُ منه أو تتبعثرُ ألوانٌ مختلفةٌ ، لأنَّ هذه العناصرَ تمتصُّها . ومن المعلومِ أنّ **جوَّنا الأرضيَّ يمتصُّ أو يُبعثرُ الألوانَ** البنفسجيةَ والزرقاءَ **والخضراءَ أكثرَ مما يمتصُّ اللونين الأحمرَ والأصفرَ** . لذلك عندما تكونُ الشمسُ منخفضةً

عندَ الأفقِ ، فإن المسافةَ الكبيرةَ تسبِّبُ مزيداً من الامتصاصِ لتلك الألوانِ بينما يبقى اللونانِ الأحمرُ والأصفرُ ؛ وهذا ما يجعلُ ألوانَ الغروبِ تبدو ضاربةً الى الاحمرار .

وبالمناسبةِ ، فإنَّ هذا الامتصاصَ لألوانِ الضوءِ يفسِّرُ لنا السببَ الذي يجعلُ السماءَ زرقاءَ . **فاللونان البنفسجيُّ والأزرقُ يتميّزانِ بأمواجِهما القصيرةِ ؛ ودرجةُ تبعثرِهما أو امتصاصِهما في الجوِّ تزيدُ عشرَ مراتٍ على درجةِ امتصاصِ الجوِّ لِلّونِ الأحمر** . وهذا يعني أن الأشعّةَ الحمراءَ تخترقُ الجوَّ ، بينما الأمواجُ الزرقاءُ لا تخترقُه مباشرةً بل يمتصُّها الهواءُ وبخارُ الماءِ ودقائقُ الغبار . **وهذا التبعثرُ أو الامتصاصُ لِلَّونِ الأزرقِ هو ما يجعلُ السماءَ تبدو لنا زرقاءَ** .

مَا قوسُ قُزَحَ ؟

قوسُ قُزَحٍ مِن أجملِ مشاهدِ الطبيعة ؛ وقد تحيَّرَ الانسانُ منذُ القديمِ في تفسيرِه . حتى أرسطو ، الفيلسوفُ اليونانيُّ الكبيرُ قد حاولَ أن يُفسِّرَ هذه الظاهرةَ . وقد حسبَ أنَّه انكسارُ أشعةِ الشّمسِ أو انعكاسُها على المطرِ ، وكان مخطِئاً ! .

ضوءُ الشمسِ ، أو الضوءُ الأبيضُ العاديُّ هو مزيجٌ من الألوانِ كلِّها . ولعلَّكَ لاحَظْتَ ما يحدُثُ حين يسقطُ الضوءُ على الحافّةِ المشطوبةِ المائلةِ للمرآةِ ، أو حينَ يسقطُ على فُقاعةِ صابونٍ ، إذ يتوزَّعُ الضوءُ الأبيضُ إلى ألوانٍ مختلفةٍ . نرى الأحمرَ ثمَّ البرتقاليَّ ، فالأصفرَ فالأخضرَ يليه الأزرقُ وأخيراً البنفسجيُّ .

الجسمُ الذي يحلِّلُ الضوءَ إلى هذه الألوانِ يُسمّى « **الموشور** » . والألوانُ التي تبرُزُ نتيجةَ تحلُّلِ الضوءِ الأبيضِ تشكِّلُ **حزمةً**، وكلُّ لونٍ منها يتدرَّجُ نحو اللونِ التّالي له . هذه الحزمةُ تُسمَّى « **الطيفَ** » .

قوسُ قُزَحٍ ليس أكثرَ من طيفٍ عظيمٍ مُنْحَنٍ ، أو حزمةٍ من الألوانِ ناتجةٍ عن تحلُّلِ الضوءِ لدى مرورِه عبرَ قطراتِ المطرِ . **فقطراتُ المطرِ تعمَلُ هنا عملَ الموشورِ .**

يُشاهَدُ **قوسُ قُزَحٍ** عندما يسقُطُ المطرُ وتُشرِقُ الشمسُ في آنٍ واحدٍ . **ولكي**

ترى قوسَ قُزَحٍ ينبغي أن تكونَ في الوسطِ ، وتكونَ الشمسُ وراءَكَ والمطرُ أمامَك ، وإلا فإنَّكَ لا تَرى قوسَ قُزَحٍ . الشمسُ تُشِعُّ من وراءِ ظهرِك على قطراتِ المطرِ ؛ هذه القطراتُ تحلِّلُ الضَّوءَ إلى طيفٍ أو حزمةِ ألوان . وينبغي أن تكونَ الشمسُ وعيناك ومركزُ قوسِ قُزَحٍ على خطٍّ مستقيمٍ واحدٍ ! فإذا كانتِ الشمسُ مرتفعَةً في السماءِ لا يمكنُ أن يتحقَّقَ مثلُ هذا الخطِّ المستقيمِ . لذلك لا نرى قوسَ قُزَحٍ إلا في بدايةِ الصباحِ أو وقتَ العصرِ . إذا ظهرَ قوسُ قُزَحٍ في الصباحِ تكونُ الشمسُ في جهةِ الشرقِ وهكذا يكونُ المطرُ الخفيفُ من جهةِ الغربِ . أما إذا ظهرَ قوسُ قزحٍ عندَ العصرِ فإنّ الشمسَ تكونُ من جهةِ الغربِ والمطرَ من جهةِ الشرقِ .

كان بعضُ الناسِ ذوي التفكيرِ الخرافيِّ يَروْنَ في ظهورِ قوسِ قُزَحٍ علامةَ نحسٍ أو حظٍّ سيِّءٍ . اذ كانوا يعتقدون أنَّ الأرواحَ تصعَدُ إلى السماءِ على جسرٍ من قوسِ قُزَحٍ ، لذلك كانَ ظهورُ قوسِ قُزَحٍ في نظرِهم يعني أنَّ شخصاً ما سيموت !

ماذا يحدث لو انعدم الغبار ؟

لو افترضْنا أنّ الغبارَ انعدمَ أكان العالمُ يصبحُ أفضلَ ؟ نعم ولا . لكن لنرَ أولاً ما هو الغبارُ ؟ إنّه يتكوَّنُ من دقائقِ الترابِ وغيرِهِ من الأجسامِ الصلبةِ . هذه الدقائقُ خفيفةٌ إلى درجةٍ تجعلُ الهواءَ يحملُها . فمن أين تأتي هذه الدقائقُ ؟ يمكنُ أن تأتيَ من النباتاتِ الميتةِ والموادِّ الحيوانيةِ ، من ملحِ البحرِ ، من الصحراءِ أو الرملِ البركانيِّ ، ومن الرّمادِ والدّخان .

الغبارُ شيءٌ غيرُ مرغوبٍ فيه من نواحٍ عديدةٍ . لكنّه من ناحيةٍ واحدةٍ يجعلُ العالَم أجملَ . فألوانُ الشَّفقِ عندَ الشروقِ والغروبِ تتوقَّفُ إلى حدٍّ كبيرٍ على مقدارِ الغبارِ في الهواءِ . ودقائقُ الغبارِ الموجودةُ في طبقاتِ الهواءِ العاليةِ تعكسُ أشعةَ الشمسِ . وهذا ما يجعلنا نرى الضوءَ بعدَ غيابِ الشمسِ بساعةٍ أو ساعتين . ثم إنَّ ألوانَ الطيفِ التي يتكوّنُ منها ضوءُ الشّمسِ تنكسرُ وفْقَ زوايا متعددةٍ بسببِ انعكاسِها على دقائقِ الغبارِ وبخارِ الماءِ . ألوانُ الشمسِ والأفقِ عند الغروبِ تبدو حمراءَ لأنَّ انكسارَ الألوانِ الحمراءِ على دقائقِ الغبارِ يتمُّ وفقَ زاويةٍ تسمحُ بوصولِ هذه الألوانِ بينما تختفي الألوانُ الأخرى .

الفائدةُ الثانيةُ للغبارِ تتعلقُ بالمطرِ . فبخارُ الماءِ الموجودُ في الهواءِ ، ما كان سيتكاثفُ بسرعةٍ ويتحوّلُ مباشرةً إلى مطرٍ ، لولا أن دقائقَ الغبارِ تقومُ بدورِ المركزِ أو

النّواةِ التي تتكاثفُ قطرةُ المطرِ حولَها . وهكذا فإنّ الغيومَ والضبابَ والمطرَ تتكوّنُ مع عددٍ لا يُحصى من دقائقِ الغبارِ .

مَا العَوامِلُ المكوِّنة للطَقسْ ؟



أوَّلاً ما معنى الطقس ؟ إنَّه حالةُ الهواءِ أو الجوِّ في أيِّ وقتٍ من الأوقاتِ . وكيفما كانتْ حالةُ الهواءِ ، سواءٌ كان بارداً أم متوسطَ البرودةِ ، دافئاً أم حاراً ، هادئاً نسيماً أم عاصفاً ، جافّاً أم رطباً أم مُشْبَعاً ببخارِ الماءِ ، فهذهِ الحالةُ هي ما نسمّيه الطقسَ .

والطقسُ نتيجةُ لأيِّ شكلٍ من أشكالِ اجتماعِ درجاتٍ مختلفةٍ من الحرارةِ والرطوبةِ وسرعةِ حركةِ الهواءِ . وهويتغيَّرُ من ساعةٍ إلى ساعةٍ ، أوبينَ يومٍ ويومٍ وبينَ فصلٍ وفصلٍ . كما يتغيَّرُ بشكلٍ ما بين سنةٍ وسنةٍ .

وتنتُجُ التغيُّراتُ اليوميةُ في الطقسِ عن العواصِفِ وحركةِ الهواءِ حولَ الأرضِ .

أما التغيُّراتُ الفصليَّةُ فهي نتيجةٌ لدورانِ الأرضِ حولَ الشمسِ . أما لماذا يختلفُ الطقسُ بين سنةٍ وسنةٍ فما يزالُ الجوابُ مجهولاً .

أهمُّ العواملِ التي تنتجُ عنها حالةُ الطقسِ هي حرارةُ الهواءِ وبرودتهُ . فالحرارةُ تسبِّبُ هبوبَ الريحِ كما تسبِّبُ الأشكالَ المختلفةَ لوجودِ بخارِ الماءِ في الجوِّ .

كما أنَّ الرطوبةَ ، أو مقدارَ بخارِ الماءِ في الهواءِ ، مع درجةِ الحرارةِ تُنْتِجُ حالاتٍ مختلفةً للطقسِ . والغيومُ حالةٌ من حالاتِ الطقسِ ، وهي تتكوَّنُ عندما يتكاثفُ بخارُ الماءِ عالياً في الجو .

وعندما تكبُرُ القطراتُ الصغيرةُ المتجمِّعةُ في الغيومِ ، وتصبحُ أكبرَ من أن يحملَها تيارُ الهواءِ ، تسقُطُ على الأرضِ ، ويُعرَفُ ذلك بالطقسِ المطير . فإذا اخترقَتْ قطراتُ المطرِ طبقةً من الهواءِ تدنَّتْ درجةُ حرارتها عن درجةِ تجمُّدِ الماءِ ، تجمَّدَتْ هذه القطراتُ بدورِها ، ويُعرَفُ هذا بالطقسِ المُثلج .

بين الطرقِ العديدةِ التي يلجأُ إليها خبيرُ الأرصادِ الجوّيةِ ليدرسَ الطقسَ هي مراقبةُ « **الخطوطِ** » المتكوّنةِ . **والخطوطُ** هي الحدودُ الفاصلةُ بين الهواءِ البارِدِ الذي يتحرّكُ من الشمالِ نحو الجنوبِ ، وبينَ الهواءِ الدافيءِ الذي يتحرَّكُ من المدارَيْن . معظمُ العواصِفِ الشديدةِ التي تسبِّبُ المطرَ أو الثلجَ وغيرَهما من مظاهرِ الطقسِ العنيفةِ متوقِّفةٌ على كيفيةِ ارتسامِ هذه الخطوطِ .

مَا الذي يُسَبِّبُ الرِّيح ؟

أحياناً عندما نكونُ خارجَ البيتِ يحدث فجأةً شيءُ غريبٌ . تأخذُ **الريحُ** بالهبوبِ . لا نستطيعُ أن نراها ، لكننا نحسُّ بها ، ولا نعرفُ ما الّذي حرَّكَها .

الريحُ هي حركةُ الهواءِ حولَ الكرةِ الأرضيةِ . فما الذي يجعلُ الهواءَ يتحرّكُ ؟ **الرياحُ جميعُها تنتجُ عن سببٍ واحدٍ هو تغيُّرُ درجةِ الحرارةِ** . فالهواءُ يتمدَّدُ عندما يسخُنُ . هذا التمدُّدُ يجعلُه أخفَّ ممّا كانَ عليه . وعندما يخفُّ الهواءُ فإنَّه يرتفعُ . وعندما يرتفعُ الهواءُ الساخِنُ يتحرَّكُ الهواءُ الباردُ ليأتيَ ويحلَّ محلَّه . حركةُ الهواءِ هذه هي الريحُ .

هناك نوعان من الرياحِ . تلك الّتي تكوِّنُ جزءاً من النظامِ العامِّ للرياحِ حولَ الأرض ،ثم الرياحُ المحلّيةُ . الدّورةُ الرئيسيَّةُ للرياحِ الأرضيةِ تبدأُ في منطقةِ الاستواءِ حيثُ تبلغُ الحرارةُ درجاتِها القُصوى .

في منطقةِ الاستواءِ يرتفعُ الهواءُ الحارُّ إلى طبقاتٍ عاليةٍ ويُدفعُ في اتّجاهِ القطبين الشماليّ والجنوبيّ . وعندما يجتازُ ما يقاربُ ثلثَ المسافةِ بين خطِ الاستواءِ وكلٍّ من القطبين ، يكونُ قد تبرَّدَ من جديدٍ ، ويأخذُ بالانخفاضِ نحو الأرضِ . بعضُ هذا الهواءِ الباردِ يعودُ من جديدٍ إلى منطقةِ الاستواء ، وبعضُه الآخرُ يُكملُ التحرُّكَ نحو القطبين .

هذهِ الرياحُ التي تهبُّ في اتجاهٍ عامٍ واحدٍ طوالَ السنةِ تُدعى **الرياحَ السائدة** .

غيرَ أنّ هذه الرياحَ العامَّة التي تشملُ الكرةَ الأرضيّةَ تقطعُها الرياحُ المحلّيةِ التي تهبُّ من جهاتٍ مختلفةٍ .

تتولّدُ **الرياحُ المحلّيةُ** من مجيءِ دفعاتِ هواءٍ باردٍ ذي ضغطٍ مرتفعٍ ، أو من مجيءِ دفعاتٍ من الهواءِ الحارِّ ذي الضغطِ المنخفضِ . غيرَ أنّ **الرياحَ المحليةَ** عادةً لا تدومُ طويلاً . وبعدَ مرورِ بضعِ ساعاتٍ أو بضعةِ أيامٍ ، تعودُ **الرياحُ السائدةُ** إلى هبوبها المنتظمِ .

وهناكَ رياحٌ محلّيةٌ أخرى تتولدُ نتيجةً لتسخُّنِ سطحِ الأرضِ نهاراً وتبرُّدِهِ ليلاً . والنسيمُ الذي يتحرَّكُ بين اليابسةِ والبحرِ مثالٌ على هذا النّوعِ من الرياحِ . ففي النهارِ يهبُّ الهواءُ الباردُ من البحرِ الى اليابسةِ بشكلِ نسيمٍ بحريٍّ . وفي الليلِ تبردُ اليابسةُ بسرعةٍ ويصبحُ البحرُ أدفأ منها ، وهكذا يهبُّ الهواءُ الباردُ من اليابسةِ الى البحرِ

كيفَ تَنشأُ الزّوبَعَة ؟



العواصفُ المصحوبةُ بالبرقِ والرعدِ مألوفةٌ كثيرةُ الحدوثِ . هذه العواصفُ هي ، عادةً ، عواصفُ محلّيةٌ . لكنَّ هناك نوعاً خاصاً من العواصفِ يمكنُ أن يُغطّي مساحةَ آلافِ الأميالِ المربَّعةِ . من هذه العواصفِ الدوّامةُ العاصفة أي التي تدورُ فيها الرياح بشكلٍ حلزونيٍّ وتُسمّى « الزوبعة » . في الزوبعةِ تهبُّ الرياحُ في اتجاهِ مركزٍ

يتوسّطُ منطقةً من الضغطِ المنخفضِ .

تهبُّ الزوابعُ عندما تصبحُ الشروطُ التي تهبُّ فيها العواصفُ العاديّةُ عنيفةً حادةً . يرتفعُ الهواءُ فجأةً إلى الطبقاتِ العُليا فتهبُّ الرياحُ بعنفٍ من الجهاتِ المحيطةِ بالمنطقةِ التي شهدت ارتفاعَ الهواء ، وإذن تتحركُ باتجاهاتٍ متعاكسةٍ .

والطريفُ في الزوبعة هو أنَّ الرياحَ تهبُّ بشكلٍ حلزونيٍ . في نصفِ الكرةِ الشمالي تكونُ هذه الحركةُ الحلزونيةُ للرياحِ في عكسِ اتّجاهِ عقاربِ الساعةِ (أي من اليسارِ الى اليمينِ) ، **وفي نصفِ الكرةِ الجنوبيّ تدورُ الرياحُ في اتجاهِ عقاربِ الساعةِ** (أي من اليمين الى اليسارِ) !

وإذْ تتصادمُ في حيّزٍ ضيقٍ ، ينتُج عن تصادمها حركةٌ دورانيةٌ عنيفةٌ جداً . تصادُمُ الرياحِ المتعاكسةِ الاتجاهِ ودورانُها العنيفُ يجعلانِ القوةَ النابذةَ (أي الطاردةَ من المركز) تدفعُ بالهواءِ من مركزِ **الزوبعة** إلى الخارجِ . **هذا الدَّفعُ يُخلِفُ في المركزِ نواةً من الضغطِ المنخفضِ .**

هذه النواةُ من الضغطِ المنخفضِ تعملُ عمَلَ (شرّاقةٍ) أوآلةٍ خوائيةٍ (من نوعِ المكنسةِ الكهربائيةِ) تملكُ قدرةً هائلةً على السَّحبِ والامتصاصِ ، فتسحبُ كلَّ ما تمرُّ به . وهذا هو الوجهُ التدميريُّ **للزوبعةِ** . يمكنُها أن (تشرُقَ) (أو تمتصَّ) أو تسحبَ جدرانَ منزلٍ نحو الخارجِ بحيثُ يتهدّمُ البيتُ . والجانبُ التدميريُّ الآخرُ في الزوبعةِ ينتُج عنِ السرعةِ العظيمةِ للرياحِ التي تهبُّ على أطرافِ الدوّامةِ العاصفةِ . وتصلُ سرعةُ هذه الرياحِ إلى (٣٠٠) ميل (أو ٤٨٠ كم) في الساعةِ ويمكنُ أن تدِّمرَ كلَّ شيءٍ في طريقِها .

مَا الفارِق بَين الزوبَعَة والإعصَار؟

تُطلَقُ على العواصفِ أسماءُ عديدةٌ تِبعاً لطبيعتِها والمكانِ الذي تحصلُ فيه . وتتشابَهُ العواصفُ كلُّها من حيثُ أنَّها هواءٌ يتحرَّكُ بسرعةٍ من مكانٍ إلى آخر .

عندما تقتصِرُ العاصفةُ على حركةِ الهواءِ تُسمَّى « **عاصفةَ رياحٍ** » . فإذا حمَلتِ الرياحُ غُباراً أثناءَ هبوبِها سُمّيَتْ « **عاصفةَ غبارٍ** » . معظمُ العواصفِ تحملُ الماءَ بشكلٍ ما . وتحملُ العاصفةُ الماءَ على شكلِ مطرٍ . أعنفُ العواصفِ وأخطرُها جميعاً **الأعاصيرُ** و **الزوابعُ** .

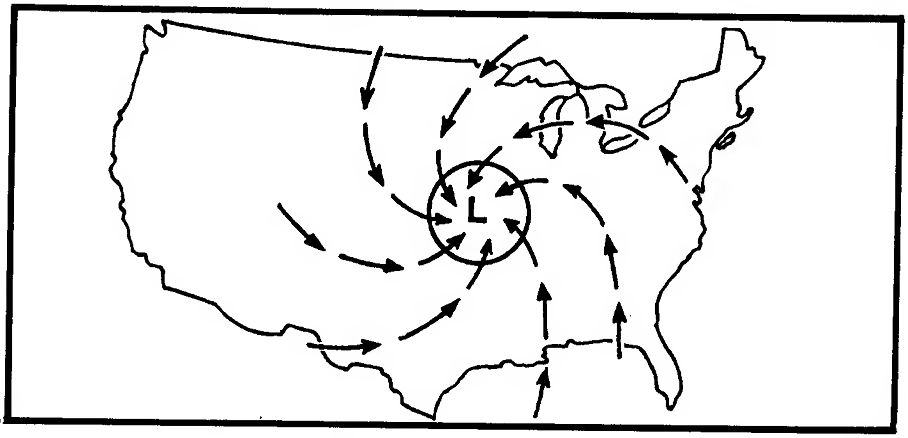
الأعاصيرُ عواصفُ تبدأُ في المناطقِ المداريّةِ ، وتضرِبُ بعضَ البلدان . تضربُ الولاياتِ المتحدةَ مثلاً في المناطقِ المحيطةِ بخليجِ المكسيك وعلى طولِ الشاطىءِ الشرقي . ومن الطريف أنَّ نوعاً واحداً من العواصفِ يحدُثُ في جبالِ « الأنديز » وفي بحرِ الصين ويحملُ تسميةً محلّيةً هي « **تيفون** » ، أما التّسميةُ العامّةُ فهي « **العواصفُ المدارية** » . .

عندما يهبُّ **الإعصارُ** تغطّي العواصفُ مساحةً يبلغُ قطرُها بين (١٠٠) و(٤٠٠) ميل (أي بين ١٦٠ و ٦٤٠ كم) ؛ وتتراوحُ سرعةُ الرياحِ حولَ الإعصارِ بين ٧٥ و ١٢٥ ميلاً في الساعة . يتميّزُ **الإعصارُ** بعلامةٍ خاصّةٍ هي الهدوءُ في المنطقةِ المركزيةِ التي تُسمّى « **عينَ** » الإعصار . وتمتدُّ هذه « **العينُ** » على دائرةٍ يتراوحُ قطرُها بين خمسةِ أميالٍ وخمسةَ عشرَ ميلاً . هذا الهدوءُ يخدعُ الناسَ فيحسبون أن الإعصارَ قدِ انْتهى .

لكنْ بعدَ مرورِ « **العينِ** » **تهبُّ** الرياحُ بسرعةٍ متساويةٍ من اتجاهاتٍ متعاكسةٍ ، **فالإعصارُ** هو ، كالزوبعةِ ، عاصفةٌ ذاتُ حركةٍ **دائريةٍ** .

والفارقُ بين الزوبعةِ والإعصارِ هو أنَّ الزوبعةَ (أي مركز العاصفة) تغطّي مساحةً محدودةً تتراوحُ بين بضعِ مئاتٍ من الأمتارِ والميل . وتبدأُ **الزوبعةُ** بصورةِ غيمةٍ سوداءَ لها شكلُ القمعِ في منطقةٍ تسودُها عواصفُ رعديةٌ . وقد لا تجتازُ الزوبعةُ أثناءَ مرورها أكثر من بضعةِ أميالٍ ولكنها تدمِّرُ كلَّ شيءٍ في طريقِها .

الدّوامَة العَاصِفة



تنطلقُ العاصفةُ عندما يتحرّكُ الهواءُ الحارُّ الرطبُ من منطقةِ الاستواءِ نحو نصفِ الكرةِ الشمالي ، ويلتقي بكتلةٍ من الهواءِ الباردِ الجافِّ الآتي من المنطقةِ القطبيةِ الشماليةِ في اتجاهِ الجنوبِ .

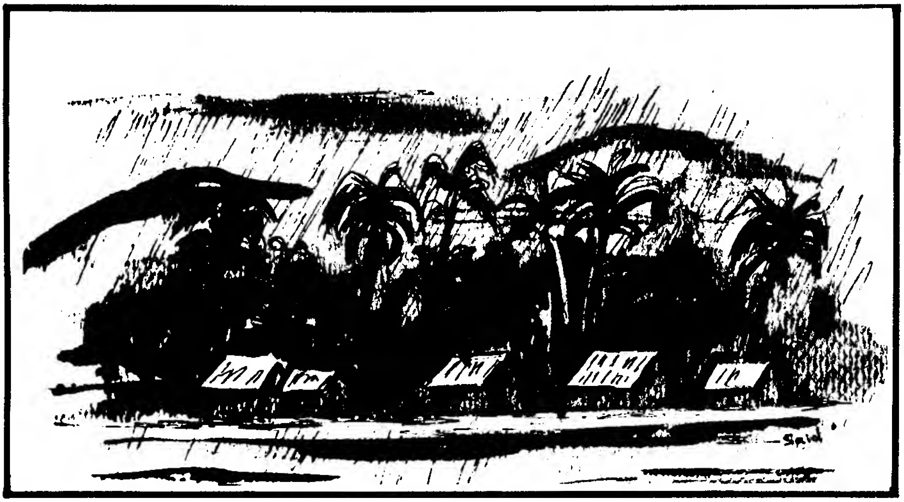
هاتان الكتلتانِ من الهواءِ لا تمتزجان. وحيثُ تلتقيان يتشكَّلُ **خطُّ حدودٍ بين الكتلةِ الحارَّةِ والكتلةِ الباردةِ** . وإذ تُواصِلُ كلٌّ من الكتلتين حركَتها يعلو الهواءُ الحارُّ الخفيفُ فوقَ الهواءِ الباردِ . وحينَ يندفعُ الهواءُ الحارُّ الرطبُ صعوداً يبردُ فيتكاثَفُ بخارُ الماءِ الذي يحمِلُهُ ويشكِّلُ غيوماً .

أثناءَ حدوثِ هذه التغيُّراتِ يبدأُ ضغطُ الهواءِ بالانخفاضِ في مركزِ العاصفةِ .
وتبدأُ الرياحُ بالهبوبِ حولَ منطقةِ الضغطِ المنخفضِ بعكسِ اتجاهِ عقاربِ الساعةِ ،

إذ يندفعُ الهواءُ الدافئ ُ الرطبُ شمالاً دائراً حولَ الجانبِ الشّرقيِّ للعاصفةِ بينما يندفعُ الهواءُ البارِدُ جنوباً دائراً حولَ الجانبِ **الغربيِّ للعاصفةِ** .

منطقةُ الضغطِ المنخفضِ تُسمّى «**الدوّامةَ العاصفة**»، وتمتدُّ على مساحةٍ يتراوحُ قطرُها بين (٤٠٠) و (١٠٠٠) ميلٍ . الزوبعةُ هي كذلك « **دوّامةٌ عاصفةٌ** » لكنّها تتميَّزُ بضيقِ المساحةِ فلا يتعدَّى قطرُها مقداراً يتراوحُ بينَ مئاتِ الأمتارِ والميلِ .

الرِيَاحُ الموسِميّة



تختصُّ **الرياحُ الموسميَّةُ** بنمطٍ من المناخِ تهبُّ فيه الرياحُ من البحرِ إلى اليابسةِ في الفصلِ الحارِّ، وتهبُّ من اليابسةِ إلى البحرِ في الفصلِ البارِدِ . لذلك فإنَّ **الفصلَ الحارَّ يكونُ في الغالبِ ممطراً جداً** ، بينما يمكنُ أن يكونَ الفصلُ البارِدُ جافّاً .

فما الّذي يسبِّبُ هذه التغيُّراتِ في الرياحِ والأمطارِ ؟ يرجعُ السَّببُ إلى أنَّ المساحاتِ القاريةَ الواسعةَ تسخُنُ وتبردُ بسرعةٍ أكبرَ بكثيرٍ من سرعةِ تسخُنِ البحرِ المحيطِ بها وتبرُّدِه . وآسيا الوسطى والجنوبيّةُ تتسخَّنُ بسرعةٍ في الرّبيعِ وتصبحُ حرارتُها في الصيفِ أعلى بكثيرٍ من حرارةِ المحيطِ الهنديِّ في الجنوبِ أو المحيطِ الهادىءِ في الشرقِ .

ارتفاعُ الحرارةِ على اليابسةِ يولِّدُ ضغطاً جوّياً منخفِضاً ، لذلك تهبُّ الرِّياحُ من البحارِ المحيطةِ بالقارّةِ نحوَ الداخلِ ، وهذه هي **الرياحُ الموسميَّةُ الصيفيةُ** .

وفي فصلِ الخريفِ تبرُدُ المناطقُ الداخليَّةُ في القارَّةِ الآسيويةِ ، وتصبحُ درجةُ الحرارةِ في الشتاءِ أخفضَ بكثيرٍ من حرارةِ البحارِ المحيطةِ بها . الحرارةُ المنخفضَةُ على اليابسةِ تولِّدُ ضغطاً جويّاً مرتفعاً ، لذلك تهبُّ الرياحُ الجافَّةُ من داخلِ القارةِ نحوَ البحرِ .

أقوى الرياحِ الموسميَّةِ هي الّتي تهبُّ على جنوبي آسيا وشرقيِّها وذلك بسببِ اتِّساعِ هذه القارةِ .

وقد كان البحّارةُ يستغلُّونَ تغيُّرَ اتِّجاهِ الرياحِ الموسميةِ في رحلاتِهم إلى الهندِ ، فكانوا يُبحرونَ من الهندِ الى أفريقيا أثناءَ الشتاءِ ويعودون أثناءَ الصيفِ وذلك للإفادة من اتِّجاهِ الرياحِ .

مِن أين تأتي الريح ؟

للإجابةِ عن هذا السؤالِ ينبغي أن نتكلَّمَ عن مصدَرَيْنِ للرّيح . المصدرُ الأوَّلُ هو المنطقةُ المجاوِرَةُ التي تهبُّ منها ، والثّاني هو مصدرُ الرِّياحِ التي تهبُّ على الكرةِ الأرضيَّةِ .

يمكنُ أن يحدُثَ تفاوتٌ في الضّغطِ الجوّي بينَ المنطقةِ التي نعيشُ فيها ومنطقةٍ صغيرةٍ مجاوِرَةٍ ، فينتجُ عن ذلك هبوبُ ريحٍ محلِّيةٍ تنتقِلُ من منطقةِ الضغطِ المرتفعِ الى منطقةِ الضغطِ المنخفضِ . فإذا كنتَ تعيشُ على ساحلِ البحرِ وجدْتَ مثالاً يوميًّا على هذهِ الريحِ المحليةِ . ذلك أنَّ اليابسةَ تتسخَّنُ في الصيفِ أثناءَ النهارِ ، فيسخُنُ الهواءُ الملامِسُ لها ويتمدّدُ ويرتفعُ ، فيأتي الهواءُ البارِدُ الذي يلامسُ ماءَ البحرِ ليحلَّ محلَّه . وفي الليل تتبرَّدُ اليابسةُ بسرعةٍ وتصبحُ أبردَ من الماءِ ، فيرتفعُ الهواءُ الدّافىءُ الملامِسُ للماء ، لذلك يهبُّ النسيمُ البارِدُ الملامِسُ لليابسةِ ويحتلُّ مكانَ الهواءِ الدافىءِ الّذي ارتفعَ

ما ينطبِقُ على منطقةٍ محدودةٍ ينطبقُ على مستوى أكبرَ ، على الرياحِ التي تهبُّ علــى الكرةِ الأرضيةِ . فالمناطقُ الأكثرُ حرارةً تقعُ في منطقةِ خطِّ الاستواءِ . **لذلك نجدُ في هذهِ المنطقةِ حِزاماً من الهواءِ الحارِّ الّذي يرتفِعُ** . **هذا الحِزامُ** الدّافىءُ يهبُّ شمالاً وجنوباً ، ثم يهبِطُ ثانيةً عندَ مستوى معيَّنٍ من خطوطِ العرضِ التي تُسمّى « **عَروضَ الخيل** » . هذا الهواءُ الهابطُ عندَ

« **عروضِ الخيل** » يتفرَّعُ الى فرعَيْن ، أحدُهما يعودُ نحو المنطقةِ الاستوائيَّةِ والثاني يتابعُ تحرُّكه نحو القطبينِ .

لو لم تَكُنْ الأرضُ تدورُ لباتَتْ هذه الرياحُ ريحاً شماليَّةً في نصفِ الكرةِ الشماليِّ ، وريحاً جنوبيةً في النصفِ الجنوبيّ . لكنَّ الأرضَ التي تدورُ حولَ محورِها تجعلُ الريحَ ، في النصفِ الشماليِّ تتّجهُ نحوَ اليمينِ ، وفي النصفِ الجنوبيِّ تتّجهُ نحو اليسار .

انَّ الرياحَ التي تهبُّ من منطقَتَيْ « « **عروض الخيلِ** » في اتجاهِ خطِّ الاستواءِ تُسمّى « **الرّياحَ التجاريةَ** ». أما الرياحُ التي تهبُّ من منطقَتَيْ « **عروضِ الخيلِ** » نحو القطبَيْن فتُسمّى « **الرياحَ الغربيةَ** » .

وهناك ، بالاضافةِ إلى هذه « **رياحُ سائدةٌ** » أخرى في أماكنَ من العالم . لكنَّ الريحَ تأتي دوماً من مكانٍ ما ، وذلك مرتبطٌ بشروطٍ محدَّدَةٍ تتعلَّقُ بكيفيةِ تسَخُّنِ الهواءِ في مناطقِ الكرةِ الأرضيةِ .

لماذا تُطلَقُ على الرياحِ أسماءٌ مختلفة ؟

معظمُ الرياحِ لا يحملُ أسماء ، وتقتصرُ الإشارةُ اليها بالقولِ « هذا يومٌ عاصفٌ » أو « الرياحُ تهبُّ » وربما قلنا « إنها ريحُ الشمالِ » . لكنّ رياحاً عديدةً يُشارُ اليها بأسماءَ خاصةٍ .

الرياحُ التي أُطلقت عليها أسماءُ قد استحقَّتْها لأسبابٍ عديدةٍ . مثلاً تعرفُ ما تحسُّ بِهِ في حالةِ الإرهاقِ والهمودِ . تشعرُ بانعدامِ النشاطِ وفتورِ الهمّة . هناك حالةٌ من حالاتِ الريحِ تحملُ اسماً يعني الهمودَ والهبوط ! تُصادفُ حالةُ الريحِ هذه عندَ خطِّ الاستواءِ ، حيث يوجدُ حزامٌ من الضغطِ المنخفضِ ، نتيجةَ ارتفاعِ الهواءِ الحارِّ باستمرارٍ نحو الأعلى . ولو صادفَ مرورُ سفينةٍ شراعيةٍ في منطقةِ هذه الرياح الهامدةِ لباتت محكومةً بالهمودِ والتوّقفِ . الرياحُ التي تهبُّ من نصفِ الكرةِ الشماليِّ ونصفِها الجنوبيِّ نحو خطِّ الاستواءِ تُسمّى **الرياحَ التجارية** . وقد لحقَها هذا الإسْمُ لأنّها تهبُّ بقوةٍ وانتظامٍ ، وكان هذا عاملاً مهماً في حركةِ الملاحةِ البحريةِ زمنَ السفنِ الشراعيةِ .

هناك ، كذلك ، رياحٌ خاصةٌ **كالرياحِ** الموسميةِ التي يتغيّرُ اتجاهُها مع المواسمِ أو الفصول . ففي الهندِ تهبُّ هذه الرياحُ جنوباً ، وتكونُ حارةً جافةً في الشتاءِ ، وتهبُّ في الصيفِ شمالاً ، وتكونُ محمّلةً بالرطوبةِ التي تُسقطُ أمطاراً غزيرةً .

وتهبُّ على جنوبيّ فرنسا رياحُ شماليَّةٌ جافةٌ باردةٌ تُدعى **رياحَ الميسترال** يخافُها الجميعُ . وتهبُّ لأيامٍ طويلةٍ بشكلٍ مستمرٍ وتجعلُ الناسَ في حالةِ توتُّرٍ وانزعاجٍ .

وفي فصل الربيعِ يصبحُ الشمالُ الأفريقي وجنوبيُّ غربي آسيا (الذي يشملُ الأقطارَ العربيـةَ في القارةِ الآسيويةِ) طريقاً للانخفاضاتِ الجويةِ ، فتتدفَّقُ رياحُ آتيةٌ من الصحراءِ الأفريقيةِ متجهةً نحو هذا الانخفاض . هذه الرياحُ تهبُّ حارّةً جافّةً محمَّلَةً غالباً بالأتربةِ ، فترفعُ درجةَ الحرارةِ بصورةٍ مفاجِئَةٍ ، ويؤدّي جفافُها وحرارتُها الى جفافِ النباتاتِ وهلاكِها أحياناً . وقد ظهرتْ تسمياتٌ محلّيةٌ لهذه الريحِ تشيرُ الى ما تسبّبه من أذى ، أو تشيرُ الى المدةِ التي تظهرُ خلالَها . وتُسمّى في شبهِ جزيرةِ العربِ **رياحَ السّموم** ، وتسمّى في لبنان (**الشّلوق**) وهي كلمةٌ تقترنُ بمعنى الحرارةِ الشديدةِ والاحتراقِ . وتُسمّى في ليبيا « **القبلي** » إشارةً الى الجهةِ التي تأتي منها ، وتُسمّى في مصر وسوريا أيضاً « **الخُماسين** » إشارةً الى المدةِ التي تظهرُ خلالَها ولو كان ظهورُها متقطعاً .

كيف تقاس سرعة الرّيح ؟

قد نتصوَّرُ ، في يومٍ عاصفٍ ، أن الريحَ تتحرَّكُ بسرعةٍ هائلةٍ ، ثم نسمعُ التقرير عن حالةِ الجوِّ يقولُ « سرعةُ الريحِ بين (١٠) أميالٍ و (١٥) ميلاً في الساعة » . الواقعُ ، يمكنُ أن تلتبس علينا سرعةُ الريحِ ونخطىءَ التقديرَ . لكن بما أنّ معرفةَ سرعةِ الريحِ مهمّةٌ بالنسبةِ إلى أشخاصٍ كثيرين باتَ من الضروري إيجادُ طرقٍ علميةٍ لقياسِ سرعةِ الريحِ .

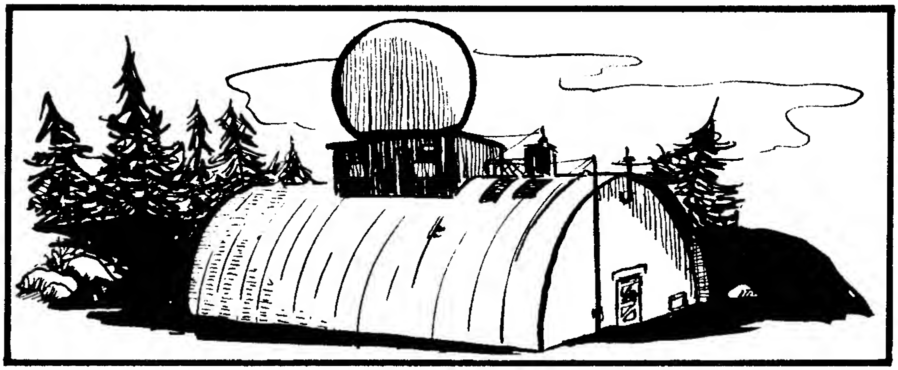
أولُ جهازٍ لقياسِ سرعةِ الريحِ اخترعَهُ انكليزيٌّ اسمُه روبرت هوك عام ١٦٦٧ . ويُسمّى هذا الجهازُ « **الآنيموميتر** » أو **المرياح** . للمرياحِ أنواعٌ ، لكنَّ أكثرَها انتشاراً هو النموذجُ المُستخدَمُ حالياً ، والذي يحملُ عدداً من الفناجينِ أو أقداحِ الألمنيوم فوقَ عمودٍ أو حاملٍ مغزليّ . هذه الأقداحُ تقدِرُ أن تتحرّكَ بسهولةٍ وحريةٍ . ويتمُّ القياسُ عن طريقِ معرفةِ عددِ الدوراتِ التي دارَتْها الأقداحُ في مدةٍ زمنيةٍ معلومةٍ .

لمّا اختُرعتِ الطائرةُ ، وصار الطيرانُ وسيلةً مهمةً للانتقالِ ، باتَ من الضروريِّ معرفةُ سرعةِ الريحِ في الطبقاتِ المرتفعةِ التي تخترقُها الطائرةُ . وقد تحقّق هذا عن طريقِ ارسالِ **بالوناتٍ** ترتفعُ في الجوِّ ، ثم تجري مراقبتُها بواسطةِ جهازِ مراقبةٍ خاصٍّ شبيهٍ بالمرقبِ الفلكي ، يُسمّى **تيودوليت** أو « **المِزواة** » . غيرَ أنّ هذه الطريقةَ لم تكُنْ كافيةً لأنَّ الغيومَ يمكنُ أنْ تحجبَ البالونَ . لذلك تمَّ عام ١٩٤١ اختراعُ **رادارٍ للطقسِ** . هذا الرادارُ

يستطيعُ أن يراقبَ البالونَ حتى لو حجبَتْهُ الغيومُ ، وهكذا يمكنُ أن يقيسَ سرعةَ الريحِ في الطبقاتِ العليا !

كذلك اهتمَّ الناسُ منذ القديمِ بمعرفةِ اتّجاهِ الرياحِ . ومنـذُ عامِ (٩٠٠) بعدَ الميلادِ بدأ الناسُ يبنون أبراجاً للكنائسِ تساعدُ على معرفةِ اتجاهِ الرياحِ !

كيفَ يتمّ التَنبؤ بالأحوال الجَوّية ؟



مظاهرُ التغيراتِ الجوّيةِ جميعُها هي ما يكوِّنُ **الطقسَ** . وسواءٌ كان الجوُّ حاراً أو بارداً ، جافاً أو رطباً ، مُشْمِساً أو غائماً ، عاصِفاً أم هادئاً فإننا نسمّي ذلك **الطقسَ** . **الطقسُ** يتغيّرُ من يومٍ الى يومٍ ، ومجموعُ هذه التغيُّراتِ على مدارِ السنةِ ونتائجها هو ما يكوِّن « **المناخَ** » .

أسبابُ تغيُّرِ الطقسِ كثيرةٌ مُعَقّدةٌ ، لكنَّ **الأثرَ الأكبرَ هو أثرُ الشمسِ** . حرارةُ الشمسِ تُبَخِّرُ الماءَ وتسخِّنُ الهواءَ ، فتحمِلُ تياراتُ الهواءِ الساخنِ لدى ارتفاعها بخارَ الماءِ الى الجوِّ . وهناك يتبرّدُ الهواءُ فيتكاثفُ البخارُ ويهطلُ مطراً . هذه التغيُّراتُ يمكنُ أن تحدثَ بلطفٍ أو بعنفٍ . فإذا حدَثتْ بعنفٍ كانتِ العاصفةَ .

توقُّعُ التغيراتِ الجويةِ ، ولا سيما العواصفُ ، والتهيؤ لها يجعلُ

الانسانَ يتجنَّبُ الخسائرَ وأحياناً يتجنَّبُ الكوارثَ . ولمعرفةِ هذه التغيُّراتِ لا بدَّ من معلوماتٍ واسعةٍ عن درجاتِ الحرارةِ والضغطِ الجويّ في أماكنَ عديدةٍ ، ما دامتْ مناطقُ الضغطِ المنخفضِ هي الّتي تجتذبُ الرياحَ وتسبِّبُ العاصفةَ .

وهكذا فإنَّ البلدانَ المتطورةَ توِّزعُ المحطاتِ العديدةَ في أنحاءِ البلادِ . هذه المحطاتُ ترسلُ التقاريرَ المتواصلةَ عن تفاصيلِ حالةِ الطقسِ الى المكتبِ الرئيسي للأرصادِ الجوية . وبناءً على هذهِ المعلوماتِ يضعُ الخبراءُ في هذا المكتبِ خارطةً يوميةً لحالةِ الجوِّ في سائرِ أنحاءِ البلادِ .

هذه الخارطةُ تبيّنُ نواحيَ عديدةً : تُرْسَمُ عليها **خطوطُ الضغطِ المُتساوي وخطوطُ الحرارةِ المتساويةِ** (أي خطوطٌ تصلُ بين المناطقِ التي يتساوى فيها الضغطُ الجوي ، والخطوطُ التي تتساوى فيها درجاتُ الحرارة) ، كما يُبَيَّنُ عليها **اتجاهُ الرياحِ المحلية ، وحالةُ السماءِ من حيث الغيمُ أو الصحوُ ، ودرجةُ الرطوبة وسقوط المطرِ أو الثلجِ** ، ومعدَّلُ الأمطارِ ، والمناطقُ التي **يزيدُ فيها الضغطُ الجوّيُ أو ينقصُ عن المألوفِ** .

وهكذا يستطيعُ خبيرُ الأحوالِ الجويةِ ، لدى النظرِ الى هذه الخارطةِ ، أن يتوقَّعَ التغيُّراتِ التي ستلحَقُ بالطقسِ نتيجةَ الشروطِ السائدةِ ، **فهو يعلمُ** أن مناطقَ الضغط المنخفضِ تدلُّ على قربِ وقوعِ العواصفِ . لأنَّ الهواءَ البارِدَ سيتحرَّكُ بسرعةٍ ليحلَّ مكانَ الهواءِ الساخنِ المحمّلِ بالرطوبةِ والّذي ارتفعَ نتيجةَ التمدُّدِ . أما مناطقُ الضغطِ المرتفعِ فتدلُّ على طقسٍ هادىء .

في النصفِ الشمالي لِلكرةِ الأرضيةِ ، تهبُّ الرياحُ في مناطقِ الضغطِ

المرتفعِ من الداخلِ إلى الخارجِ في اتجاهِ عقاربِ الساعةِ . وفي مناطقِ الضغطِ المنخفضِ تهبُّ الرياحُ من الخارجِ الى الداخلِ بعكسِ اتجاهِ عقاربِ الساعةِ . وبناءً على مثلِ هذه المعلوماتِ يمكنُ التنبؤُ بالاتجاهِ الذي ستسلكُهُ الرياحُ . كما أنَّ الشخص المختصَّ بمعرفةِ الأحوالِ الجويةِ يستطيعُ أن يقدّرَ السرعةَ التي ستنتقِلُ فيها مناطقُ الضغطِ المنخفضِ عبْرَ البلادِ .

وإذ تتوفرُ للمختص بمعرفةِ الأحوالِ الجويةِ المعلوماتُ والتقاريرُ التي ترسِلُها مراكزُ الأرصادِ ، في أنحاءِ البلادِ ، يستطيعُ أن يكوّنَ فكرةً شاملةً ودقيقةً ، وهذا ما يمكّنهُ من معرفةِ ما ستكونُ عليه حالةُ الطقسِ في كلِّ منطقةٍ .

مَا التكَاثُفُ؟

التكاثُفُ هو عكسُ **التَّبخُّرِ** . في التبخُّرِ يتحوَّلُ السائلُ إلى غازٍ أو إلى بخارٍ . في التكاثُفِ يتحوَّلُ الغازُ أو البخارُ إلى سائلٍ أو إلى جسمٍ صلب ؛ يحدُثُ هذا في حالِ التبرُّدِ أو الضغطِ الشديدِ .

هناك تغيُّرانِ مهمَّانِ يَحدُثان عندما يتكاثَفُ الغازُ . التغيُّرُ الأوَّلُ هو أن **حجمَ الغازِ ينقُصُ كثيراً عندما ينتقِلُ إلى الحالةِ السائلةِ** . التغيُّرُ الثاني هو انطلاقُ قدرٍ من الحرارةِ ، أو ما يُسمّى « **بحرارةِ التّكاثُفِ** » . عندما يتكاثَفُ البخارُ ويصبحُ ماءً تنطلِقُ من كلِّ غرامٍ متكاثِفٍ من الماءِ حرارةٌ تساوي (٥٤٠) كالوري أو حُرَيْرَةً (والحُرَيْرَةُ وحدةُ قياسِ الكميّةِ الحراريّةِ) .

التّكاثُفُ مُهِمٌّ ونرى له وُجوهاً عديدةً في العالمِ حولَنا . عندما يتكاثَفُ بخارُ الماءِ في الهواءِ تتكوَّنُ **الغيومُ** . ويتكوَّنُ **النَّدى** عندما يُلامِسُ الهواءُ المُشْبَعُ بالرطوبةِ سطحاً بارداً ، فتتكاثَفُ الرطوبةُ وتتحوَّلُ إلى قطراتٍ صغيرةٍ على السطحِ الباردِ .

ونحن نشهدُ عمليَّةَ التكاثُفِ تجري أمامَ أعيُنِنا حين نُلاحِظُ كأْساً من الماءِ المُثلَّجِ أو الباردِ في الأيامِ الرطبةِ خاصَّةً . حين يلامِسُ الهواءُ الدافىءُ الرطبُ سطحَ الكأسِ الخارجيَّ الباردَ تتكاثفُ الرطوبةُ وتنعقدُ قطراتٌ تتجمَّعُ على هذا السطحِ .

وفي بعضِ الأحيـانِ يتمُّ التَّكاثُفُ بـالانتقالِ مبـاشـرةً إلى الحـالـةِ الجامدةِ . فحين تكونُ درجةُ حرارةِ الثلّاجةِ دونَ مستوى تجمُّدِ الماءِ يتكاثفُ بخارُ الماءِ متحوِّلا إلى جليدٍ في أنابيبِ الثلّاجةِ .

وعمليَّةُ التَّبخُّرِ والتكاثُفِ مستمرَّةٌ في الطبيعةِ . ملايينُ الأطنانِ من مياهِ البحارِ والبحيراتِ والأنهارِ تتبخَّرُ كلَّ سنةٍ وتعودُ لتتكاثَفَ متحوِّلةً إلى أمطارٍ وثلوجٍ .

مَا الرُّطوبَة ؟

إذا وضعْتَ إبريقاً من الماءِ المثلجِ على طاولةٍ ، وتركتَهُ مدةً قصيرةً ، فما الذي يحصلُ ؟ تتجمَّعُ **الرُّطوبةُ** على السَّطحِ الخارجيِّ للإبريقِ . من أين تجيءُ هذه **الرطوبةُ** ؟ إنّها تجيءُ من الهواءِ .

الواقعُ أنَّ **الرطوبةَ موجودةٌ دوماً في الهواءِ على صورةِ بخارِ الماءِ** . وفي مثالِ الإبريقِ الّذي قدَّمْناه ، **تكاثَفَ البخارُ** على جوانبِ الإبريـقِ ، وتحوَّلَ إلى قطراتِ ماءٍ ، وهكذا صارَ مرئياً . غير أنَّ بخارَ الماءِ في الهواءِ لا يُرى . وكلمةُ « **الرُّطوبةِ** » تعني وجودَ **بخارِ الماءِ** في الهواءِ . وهذا البخارُ موجودٌ في كلِّ مكانٍ حتّى في الصحارى الكبرى .

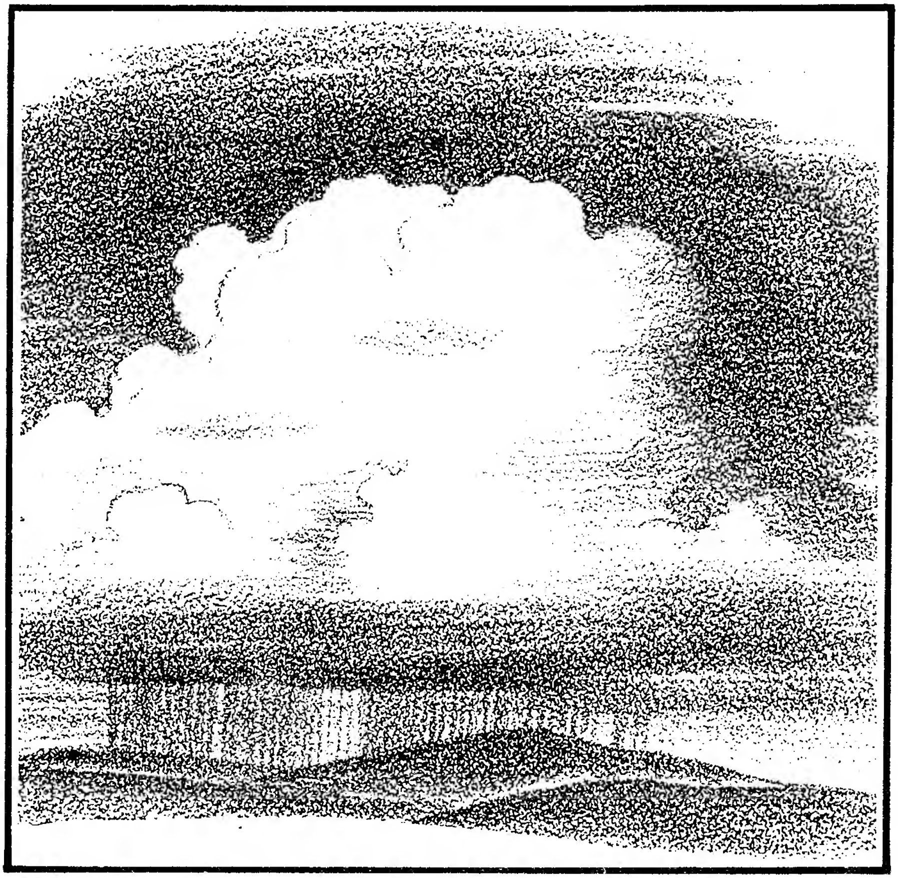
هذا يعني أنَّ **الرطوبةَ** موجودةٌ دوماً ، غيرَ أنَّ الرطوبةَ ليستْ واحدةً في كلِّ مكانٍ . وهناكَ اصطلاحاتٌ نعبِّرُ بها عن حضورِ الرطوبـةِ ، من هذهِ الاصطلاحاتِ « **الرطوبةُ المطلقةُ** » و « **الرطوبةُ النسبيَّةُ** » . فلنرَ ما يعني كلٌّ من الاصطلاحين :

« **الرطوبةُ المُطلَقَةُ** » هي كميةُ بخارِ الماءِ في كلِّ وَحْدَةٍ قياسيَّةٍ من حجمِ الهواءِ . وهناكَ قطراتٌ دقيقةٌ كثيرةٌ جدّاً في كلِّ قدمٍ مكعبَّةٍ من الهواءِ . لكنّ هذا لا يقدِّمُ معلوماتٍ **كافيةً** ومفيدةً للأغراضِ العمليَّةِ . وإذا أردْتَ أن تعرفَ ما إذا كانَ الجوُّ لطيفاً أم مرهقاً فإنَّ جَواباً من نوعِ « أربعُ قطراتِ ماءٍ في القدمِ المكعبةِ » من الهواءِ لن يُفهِمَكَ ما إذا كانَ الهواءُ جافّاً

أمْ رطباً . **والجوُّ المريحُ هو الذي يسمحُ بتبخُّرِ الرطوبةِ من الجسمِ بسهولةٍ** . وقدرةُ الهواءِ على امتصاصِ الرطوبةِ تتوقَّفُ على درجةِ الحرارةِ ، و « **الرطوبةُ المطلَقةُ** » لا تبيِّنُ أيَّ شيءٍ عن درجةِ قابليَّةِ الهواءِ للتبخيرِ أو امتصاصِ الرطوبةِ .

أما « **الرطوبةُ النسبيةُ** » فيُعبَّرُ عنها بالنسبةِ المئوية . وعندما نقولُ إن الرطوبةَ تبلغُ مئةً بالمئةِ فهذا يعني أنَّ الهواءَ مشبعٌ تماماً ببخارِ الماءِ ولم يعُدْ قادراً على التبخير . وكلَّما ارتفعَتِ الحرارةُ ازدادَتْ قدرةُ الهواءِ على حملِ بخارِ الماء . وهكذا فإنّ يوماً حارّاً تبلغُ فيه الرطوبةُ النسبيَّةُ (٩٠٪) تسعينَ بالمئةِ ، هو يومٌ شديدُ الرطوبةِ ، سيجعلُكَ تشعرُ بانزعاجٍ شديدٍ .

كيفَ تقفُ الغيوم في السماء ؟



لا تقفُ الغيومُ كلُّها في السماءِ ، فهناك غيومٌ على الأرضِ ! وما نسمّيه ضباباً هو مجرّدُ غيومٍ قريبةٍ من سطحِ الأرض .

كلُّ هواءٍ يحتوي على شيءٍ من الرّطوبةِ على شكلِ بخارِ ماءٍ . وعندما ينتقلُ الهواءُ الرطبُ من الدفءِ الى البرودةِ فإنّهُ لا يعودُ قادراً على حملِ الرطوبةِ على شكلِ بخارٍ . آنذاك يتبدَّلُ شكلُ هذهِ الرطوبةِ (يحصلُ ما نسمّيه بالتكاثُفِ) وتتجمّعُ في قطراتٍ صغيرةٍ جداً من الماءِ يمكنُ رؤ يتُها على شكلِ غيمةٍ . **وهكذا فالغيمةُ هي تجمُّعُ الرطوبةِ في الهواءِ .**

تياراتُ الهواءِ تُبقي الغيمةَ في السماءِ . لكنْ إذا استمرَّ التبرُّدُ وازدادَ ، تزايدَتْ كميةُ بخارِ الماءِ المتحولِ الى قطراتٍ . وتكبُرُ القطراتُ الصغيرةُ بالتدريجِ كلما تكاثفَتِ الرطوبةُ . وعندما تكبُرُ القطراتُ بحيثُ لا يعودُ تيارُ الهواءِ قادراً على حملِها تسقُطُ على الأرضِ في شكلِ مطرٍ .

يمكنُ للغيومِ أن تتجمعَ على ارتفاعاتٍ مختلفةٍ عن سطحِ الأرضِ . بل إن الغيومَ تُصنَّفُ الى أنواعٍ تِبعاً لارتفـاعِها عنِ الأرضِ . والأنـواعُ الأربعةُ الرئيسيةُ هي : الغيومُ العاليةُ ، والغيومُ المتوسطةُ الارتفاعِ ، والغيومُ المنخفضةُ والغيومُ التي تمتدُّ على مختلفِ المستويات .

ماسبب تنوّع أشكال الغيوم ؟



أولاً ، كيفَ تتكوّنُ الغيومُ ؟ الهواءُ الدافىءُ المحمّلُ بالرطوبةِ يرتفعُ في طبقاتِ الجوِّ . عندما يصلُ الهواءُ الدافىءُ إلى ارتفاعٍ مُعيَّـنٍ يتبرّدُ . عندما تنخفِضُ درجةُ حرارةِ الهواءِ لا يعودُ قادراً على حملِ الرطوبةِ في شكلِ بخارِ ماءٍ . وهكذا تتحوَّلُ الرطوبةُ ، الزائدَةُ عن قدرةِ الهواءِ ، الى قطراتٍ صغيرةٍ جدّاً من الماءِ ، أو تتحوّلُ الى بلوراتٍ صغيرةٍ جداً من الماءِ

المتجمِّدِ ، وتجمُّعُ هذه الدقائقِ الصغيرةِ يكوِّنُ الغيومَ .

ما منْ غيمةٍ تشبهُ غيمةً أخرى ، والغيومُ تغيّـرُ شكلَها بـاستمرارٍ . والسببُ الذي يجعلُ أنواعَ الغيومِ تختلِفُ ، هو أنها تتشكَّلُ على ارتفاعاتٍ مختلفةٍ ، وفي درجاتٍ من الحرارةِ متفاوتةٍ . كما أنَّ الغيـومَ تتكوَّنُ من جُزَيْئاتٍ أو دقائقَ مختلفةٍ ، تبعاً لارتفاعِها ودرجةِ حرارتِها .

أكثرُ الغيومِ ارتفاعاً تُسمّى « **الطَّخافَ** » . ويمكنُ أن يصلَ ارتفاعُها إلى (٣٠ أو ٥٠) ميلاً (٤٨ أو ٨٠ كم) ! ويلي **الطّخافَ** في الارتفاعِ « **الغيومُ اللؤلؤية** » أو **عِرقُ اللؤلؤ** . ويتراوحُ ارتفاعُها بين (١٢ و ١٨) ميلاً . إنها نوعٌ من السَّحابِ الرقيق ، وهي ذاتُ ألوانٍ جميلةٍ تتكوّنُ من الغُبارِ أو قطراتِ الماء ، ولا تُشاهَدُ إلّا بعدَ الغروبِ وفي الليلِ ، أو قبلَ الشروقِ .

والغيومُ التي تأتي في الدرجةِ الثالثةِ من الارتفاعِ ، بحيثُ ترتفـعُ خمسةَ أميالٍ أو أكثرَ هي ، « **الطُّخرورُ** » و « **السِّمْحاقُ** » و « **غيومُ النَّمِرِ** » . غيومُ **الطُّخرورِ** تشبهُ الريشَ المُتناثرَ ، وغيومُ **السِّمحاقِ** رقيقةٌ تشبهُ حجاباً أبيضَ ، أما **غيومُ النّمِرِ** فهي دوائرُ صغيرةٌ تتجمَّعُ في السمـاءِ كأسرابِ السمك . هذه الغيومُ كلُّها تتكوَّنُ من حُبَيْباتٍ صغيرةٍ من الجَمَدِ أو الثّلجِ .

الغيومُ الأكثرُ انخفاضاً تتكوَّنُ من قَطَراتٍ صغيرةٍ من الماءِ . أعلى هذه الفئةِ من الغيومِ هي **القَزَعُ** ويتراوحُ ارتفاعُها بين ميلين وأربعةِ أميالٍ وتتكوّن من كتلٍ دائرية من الغيوم الكبيرة تشبه غيومَ **النّمِرِ** لكنها أكبرُ منها . غيومُ **الطّاخرِ** تتشكّلُ على الارتفاعِ نفسِه وحين تظهرْ تُغطّي السماءَ بكاملِها بغلالةٍ رماديةٍ تطِلُّ الشمسُ والقمرُ من خلالِها بنورٍ شاحبٍ .

وعلى ارتفاعِ ميلٍ واحدٍ فقط تتكوّن غيومُ **القَرِدِ** وهي غيومٌ كبيــرةٌ تظهرُ كُتلاً كُتلاً . وعلى الارتفاعِ نفسِه تتكوّنُ **غيومُ المطرِ** وهي غيومٌ كثيفةٌ داكنةٌ ولا شكلَ لها . وهناك **الزَّهجُ** وهي سحبٌ من الضَّبابِ المرتفِعِ إذ إنَّ ارتفاعَها لا يتجاوزُ (٧٠٠) متر . وأخيـراً هناك **غيـومُ الرُّكـامِ** و **الغيومُ المُكْفَهِـرَّةُ** وهي الغيـومُ الضخمـةُ الشبيهـةُ بـالقِنَّبيط والتي تسبّبُ الـرّعـدَ والعواصفَ .

هَل الرَّعْد خطِر ؟



هناك أشخاصٌ يرتجفون خوفاً حين يقصفُ الرَّعدُ . وليس في الرَّعدِ ما يدعو إلى الخوفِ مطلقاً . فعندما يصلُ صوتُ الرَّعدِ مسامعَنا تكونُ الشّحنةُ الكهربائيّةُ التي سبَّبَتْه قد أكملَتْ فعلَها قبلَ ذلك . وصوتُ الرعدِ يصلُنا متأخِّراً عن مشهدِ البرقِ ، **لأنَّ سرعةَ الصوتِ أقلُّ بكثيرٍ من سرعةِ الضوءِ** .

وهل ينبغي أن نخافَ البرقَ ؟ لا شكَّ أنَّ **البرقَ** أو **الصّاعقةَ** تسبِّبُ أضراراً ، ويمكنُها أن تقتلَ النّاسَ . لكنَّ احتمالَ نزولِ الصاعقةِ على الناس ضئيلٌ جدّاً .

الصّاعقةُ نوعٌ من الكهرُباءِ ، وهذا ما يجعلُها خطِرَةً . **إنها شرارةٌ**

كهربائيةٌ هائلةٌ نراها في صورةِ برقٍ . يمكنُ لهذه الشرارةِ أن تقفزَ في الجوِّ بين غيمتَيْن أو مِنَ الغيمِ إلى الأرضِ ، بل ومنَ الأرضِ إلى الغيمِ !

أثناءَ العاصفةِ تتولَّدُ في الغيومِ وفي الأرضِ شحناتٌ كهربائيَّةٌ مختلفةٌ بعضُها موجِبٌ وبعضُها سالِبٌ . وعندما يتعاظَمُ الفرقُ بين شحنتَيْنِ تحدُثُ شرارةٌ ، هي الصاعقةُ ، وتقفزُ بين الطَّرَفَيْنِ .

أثناءَ إطلاقِ الشحنةِ الكهربائيَّةِ وبعدَ إطلاقِها ، تتمدَّدُ تيّاراتُ الهواءِ وتتقلَّصُ . التياراتُ المتمددَةُ والمتقلِّصةُ تتصادَمَ بعنفٍ وتُحدِثُ الصوتَ القويَّ الذي نسمّيه « **الرّعد** » . والسّببُ في أنَّ الرعدَ يُدَمْدِمُ ويُقَعْقِعُ حينَ يكونُ بعيداً ناتجٌ عن أمواجِ الصوتِ التي تتجاوَبُ أصداؤُها من غيمةٍ إلى غيمةٍ .

وبما أنَّ الضوءَ ينتقِلُ بسرعــةِ (١٨٦٢٨٤) ميلاً في الثانيةِ وينتقلُ الصوتُ بسرعةِ (١١٠٠) قدمٍ في الثانيةِ أو ما يعادل ١/٦ الميل في الثانية فإنَّ الضوءَ يصلُنا قبلَ الصوتِ ونرى البرقَ ثم يأتي الرعدُ متأخِّراً .

البَـرق وَالرَّعْد

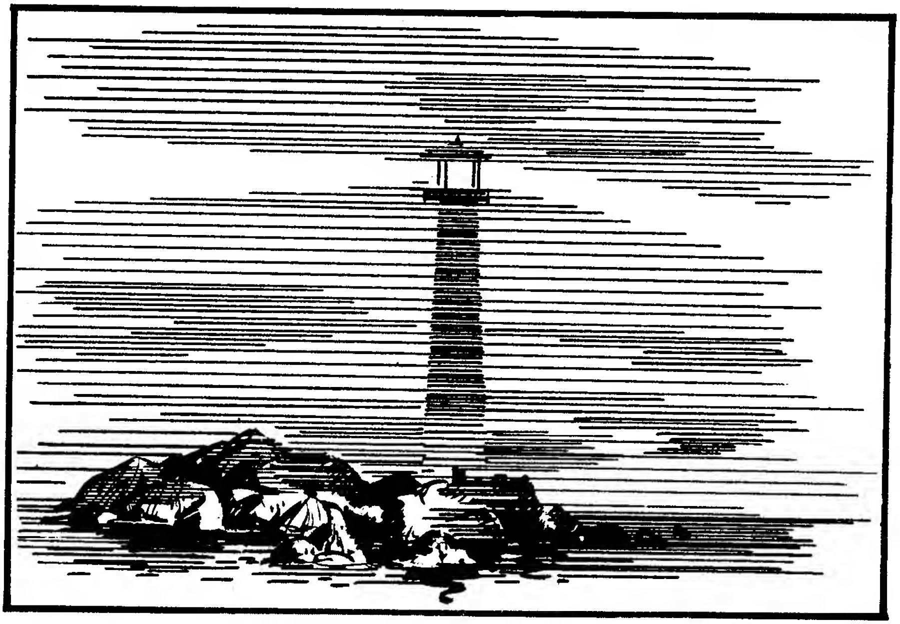
البرقُ والـرّعدُ في طليعةِ المظاهرِ الطبيعيةِ التي حيّرتِ الانسانَ البدائيَّ وأوقعَتْ في نفسِه الذعرَ . عندَما كانَ يرى البرقَ الصّاعِقَ يسطعُ في السّماءِ ويسمعُ الرّعدَ يدوي قاصفاً كان يعتقدُ أنَّ الآلهةَ غاضبةٌ وأنّ البرقَ والرعدَ شكلٌ من أشكالِ معاقبةِ الانسانِ .

لكي نفهمَ ظاهرةَ **البرقِ والـرّعدِ** علينا أن نتذكَّرَ ما نعرفُه عنِ **الكهرباءِ** . نعرفُ مثلاً أنَّ الأشياءَ تُشحَنُ بشحنَةٍ كهربائيَّةٍ ، سالبةٍ أو موجبةٍ ، **والشحنةُ الكهربائيَّةُ الموجبةُ تجذبُ الشحنةَ السالبةَ بقوةٍ كبيرةٍ** .
وكلما تعاظَمتِ الشّحنتـان باتَ التجـاذُبُ أعظـمَ . وأخيراً ، يصلُ التجاذبُ الى حـدٍّ يصبحُ فيه التوتُّرُ الناتجُ عن انفصالِهما أكبرَ من أيِّ مقاوَمةٍ أو وَسَطٍ عازلٍ يفصلُ بينهما ، كالهواءِ أو الزجاجِ أو أيِّ عازلٍ آخر ، لأنَّ التوتُّرَ يخترِقُ أيَّ حاجِزٍ . ويجري تفريغُ الشحنةِ الكهربائيَّةِ ، وإزالةُ التوتُّرِ ، وإقامةُ التّساوي بينَ الطّرفين (الغيمتين أو أيِّ جسمين يحملان الشحنتين المختلفتين) .
هذا بالضبطِ ما يحدُثُ في حالِ البرقِ أو الصاعقةِ . **إذ يمكنُ لغيمةٍ ، تحتوي قدْراً كبيراً من قطراتِ الماءِ ، أن تُشحَنَ بشحنةٍ كهربائيَّةٍ معاكسةٍ لشحنةِ غيمةٍ أخرى ، أو لشحنةِ الأرض . وعندما يزدادُ التوتُّرُ الكهربائيُّ بين الشحنتَيْن إلى درجةِ اختراقِ العازلِ بينهما تحدُثُ شرارةٌ عظيمةٌ هي البرقُ**

الذي نراه . والشحنةُ الكهربائيةُ المُفْرَغَةُ تتبعُ الطريقَ أو الممرَّ الذي يُبدي مقاومةً أضعفَ ، لذلك نرى البرقَ متعرِّجاً .

وقابليةُ الهواءِ لتوصيلِ الكهرباءِ تختلف بحسبِ درجةِ حرارتِه وكثافتِه ودرجةِ رطوبتِه . **فالهواءُ الجافُّ عازلٌ جيّدٌ ، لكنَّ الهواءَ المُشبَعَ بالرطوبةِ ناقِلٌ متوسِّطٌ للكهرباءِ** . لذلك فإنَّ البرقَ يتوقَّفُ عندما يبدأُ المطرُ بالهطولِ . إذ إن الهواءَ الرطبَ يصبحُ ناقلاً للكهرباء بحيثُ ينقلُ الشحناتِ الكهربائيةَ دون مقاوَمَةٍ وبهدوءٍ دون شرارةٍ أو رعدٍ .

مَا الضَبَاب؟



الضّبابُ غيمةٌ تلامِسُ الأرضَ . وليس هناك فارقٌ أساسيٌّ بينَ الضّبابِ وأيِّ غيمةٍ تسبحُ عالياً في الجو . فقط عندما تقتربُ غيمةٌ من سطحِ الأرضِ أو البحرِ ، تُسمى « **ضباباً** » .

وأكثرُ أشكالِ الضبابِ انتشاراً ، هو ذلك الذي يُشاهَدُ ليلاً وفي الصباحِ الباكر ، فوق المُنْخَفَضاتِ والأحواضِ المائيَّةِ الصغيرةِ . **وينتجُ الضبابُ عن تيارٍ هوائيٍّ باردٍ يأتي من أعلى ويضربُ سطحاً دافئاً على اليابسةِ أو الماءِ .**

ويكثرُ حدوثُ الضبابِ في الخريفِ ، لأنَّ سرعةَ تبرُّدِ الهواءِ تتزايدُ يوماً بعدَ يومٍ وتفوقُ سرعةَ تبرُّدِ اليابسةِ أو الماءِ . وفي الليالي الهادئةِ تتشكَّلُ غالباً طبقاتٌ رقيقةٌ من الضبابِ قريباً من سطحِ الأرضِ في الأماكنِ المنخفضةِ .

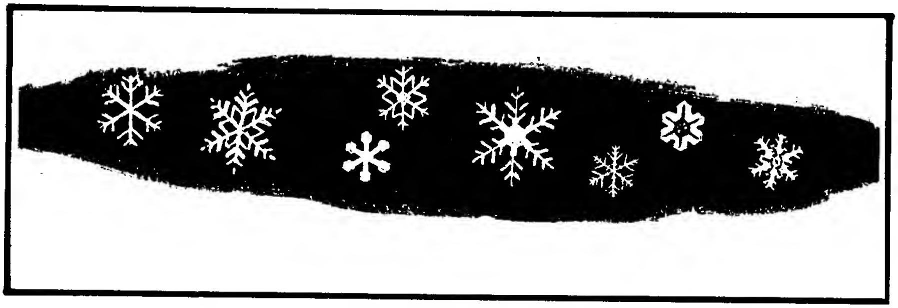
كقاعدةٍ عامة ، يكونُ ضبابُ المدينةِ أشدَّ كثافةً من ضبابِ الأريافِ . ضبابُ المدنِ مـليءٌ بالغبارِ والسُّخامِ أو الدخانِ . وتمتزجُ دقائقُ هذه الموادّ بدقائقِ الماءِ في بخارِ الماءِ ، لتكوِّنَ حجاباً كثيفاً .

عند شاطىءِ « نيوفاوندلاند » وهو من أكثرِ بقاعِ العالمِ ضباباً ، يتكوَّنُ الضبابُ من مرورِ هواءٍ دافىءٍ فوقَ الماءِ الباردِ الذي يحملُه التيارُ البحريُّ القادمُ من الدائرةِ القطبيةِ الشماليةِ. برودةُ الماءِ تكثِّفُ رطوبةَ الهواءِ وتحوِّلُها الى قطراتٍ صغيرةٍ من الماءِ . هذه القطراتُ ليستْ كبيرةً بما يكفي لسقوطِها مطراً ، لذلك تبقى عالقةً في الهواءِ وتشكِّلُ الضبابَ .

ويتشكَّلُ الضبابُ في بعضِ المناطقِ بشكلٍ مختلفٍ . ففي سـان فرانسيسكو مثلاً يهبُّ نسيمُ الصباحِ الباردُ على كثبانِ الرمالِ الدافئةِ . فإذا كانَ المطرُ قد بلَّلَ الرمالَ في الليلةِ السابقةِ تكوَّنَتْ طبقةٌ كثيفةٌ من الضبابِ المتولِّدِ من الرطوبةِ المتكاثفةِ .

يبدو الضبابُ في بعضِ الأحيانِ أشدَّ كثافةً من الغيومِ ، وسببُ ذلك أن قطراتِ الماءِ في الضبابِ أصغرُ منها في الغيومِ . والعددُ الكبيرُ من القطراتِ الصغيرةِ يمتصُّ الضوءَ أكثرَ مما يمتصُّه العددُ القليلُ من القطراتِ الكبيرةِ (كما هي الحال في الغيوم) ولذلك يبدو لنا الضبابُ أشدَّ كثافةً من الغيوم .

مَا الثَّلج ؟



الثلجُ هو ماءٌ متجمدٌ لا أكثرَ . لكنْ لماذا لا يبدو في شكلِ الجليدِ أو أيِّ ماءٍ متجَمِّدٍ في الثلّاجةِ أو على سطحِ البُركِ والغدرانِ في المناطقِ الباردةِ ؟

في كلِّ رقاقةِ ثلجٍ **عددٌ كبيرٌ من بِلَّوْراتِ الجليد** ، وانعكاسُ الضّوءِ على سطوحِها جميعاً هو ما يجعلُها تبدو بيضاءَ .

يبدأُ الثلجُ بالتكوُّنِ عندما يتجمَّدُ بخارُ الماءِ الذي يحملُه الهواءُ . وتتشكَّلُ بِلَّوْراتٌ دقيقةٌ جدّاً لامعةٌ وشفَّافةٌ . وبسببِ وجودِ تياراتٍ هوائيّةٍ فإن هذه البِلّوْراتِ الدقيقةَ تُدفَعُ صعوداً وهبوطاً في الجوّ .

وبينما تدفَعُ التيّاراتُ الهوائيَّةُ هذه البلَّوْراتِ الى أعلى أو الى أسفل ، فإنها تبدأُ بالتجمُّعِ حولَ نواةٍ ، بحيثُ يمكِنُ أن يبلُغَ عددُ البلّوْراتِ المتجمِّعةِ أكثرَ من مئةِ بلورةٍ . وعندما تصبحُ هذه البلّوراتُ المتجمعةُ ثقيلةً بشكلٍ كافٍ ، تهبِطُ باتجاهِ الأرض . تُطلَقُ على مجموعةِ البلّوْراتِ تسميةُ « **رقاقةٍ** » أو « **شريحةٍ** » .

بعضُ البلورات مُسطَّحٌ ، وبعضُها الآخرُ يشبهُ حِزَماً أو أعمدةً من الإبَرِ . لكنْ أيّاً كان الشكلُ الذي تتجمّعُ فيه البلّوراتُ فإنّ لها دوماً **ستةَ أضلاعٍ أو ستَ زوايا** . **وفروعُ أيِّ رقاقةٍ من رقائقِ الثلجِ متطابقةٌ تماماً فيما بينَها** بالنسبةِ للرقاقةِ الواحدةِ ، بينما يختلفُ ترتيبُ الفروعِ بين رقاقةٍ ورقاقةٍ . **ولا تتطابقُ رقاقتان أبداً في التفاصيلِ** .

وهل تعلمُ أنَّ الثلجَ لا يكونُ دوماً أبيضَ ؟ فقد شوهِدَ في مناطقَ مختلفةٍ من العالمِ ، ثلجٌ أحمرُ ، وأخضرُ وأزرقُ ، بل شوهِدَ ثلجٌ أسودُ ! وسببُ هذه الألوانِ هو وجودُ فِطريّاتٍ دقيقةٍ جدّاً في الهواءِ ، أو وجودُ الغُبارِ ، فيجمَعُ الثلجُ هذه الدقائقَ أثناءَ هطولِه .

وبما أن رقائِقَ الثلجِ تحتوي على فراغاتٍ مليئةٍ بفقاعاتِ الهواءِ فإن **الثلجَ ناقلٌ رديءٌ للحرارةِ** (أي أنه يحفَظُ الحرارةَ) . ولهذا فإنَّ « الغطاءَ » الثلجيَّ يحمي النباتاتِ **الراقدةَ تحتَهُ** ؛ لهذا أيضاً كانت الأكواخُ والقِبابُ الثلجيةُ التي يقيمُها الأسكيمو، تحفظَ الجوّ دافئاً في داخلِها .

لماذا كانت رقائق الثلج سداسية الوجوه؟

رقائقُ الثلجِ من أجملِ الأشياءِ التي تتكوَّنُ في الطبيعةِ . يحتاجُ معظمُنا إلى وقتٍ طويلٍ لابتكارِ شكلٍ في جمالِ رقاقةٍ واحدةٍ من رقائقِ الثلجِ . مع ذلك تسقطُ على الأرضِ أثناءَ العاصفةِ الثلجيةِ الواحدةِ ملياراتُ الملياراتِ من رقائقِ الثلج ، **وليس بينها رقاقتان تتطابقان !**

والثلجُ كما رأينا ليس أكثرَ من ماءٍ مُتَجمِّدٍ . وقد يتساءلُ البعضُ عن سببِ بياضِ الثلجِ طالما أنّهُ مجرَّدْ ماءٍ متجمدٍ . ألا ينبغي أن يكونَ شفَّافاً عديمَ اللونِ ؟ **لونُ الثلجِ الأبيضُ ناتجٌ عن تعدُّدِ سطوحِ البلَّوْراتِ المتجمدةِ المُكوِّنَةِ للرقاقةِ ؛ فهذه السطوحُ جميعُها تعكسُ الضوءَ لذلك تبدو وكأنها بيضاءُ .**

عندما يتجمّدُ الماءُ يُكوِّنُ بلوراتٍ ، تَكَوُّنُ البِلَّوْراتِ يعني أنَّ ذراتِ الماءِ تتجمَّعُ وِفْقَ ترتيبٍ مُعَيَّنٍ ، أو شكلٍ هندسيٍ . هذه الأشكالُ هي ما نسمّيه بالبلوراتِ .

وبما أن ذرَّةَ الماءِ تتألَّفُ من ثلاثِ وحداتٍ أو جواهرَ : جوهرانِ من الهيدروجين وجوهرٌ من الأوكسجين ، كان لا بدَّ لها ، عندما تَتَبَلْوَرُ من أنْ تأخُذَ شكلاً ثلاثياً أو شكلاً سُداسيّاً .

الماءُ الذي يتجمّدُ ليكوّنَ الثلجَ حاضرٌ في الجوِّ على شكلِ بخارِ الماء . وعندما يتجمّدُ تكونُ البلوراتُ صغيرةً جداً حتى أنَّها لا تُرى . لكنّ تياراتِ الهواءِ

لا تنفكُّ تدفعُها صعوداً وهبوطاً حتى يتجمّعَ بعضُها إلى بعضٍ وتتحولَ الى رقائقَ كبيرةٍ .

وعندما تُدفَعُ البلوراتُ صعوداً وهبوطاً فإنها تتجمّعُ حولَ شيءٍ ما . قد تتجمع حولَ جُزَيءٍ من الغبارِ ، أو قطرةٍ صغيرةٍ من المطـرِ . وتأخُذُ مجموعةُ البلوراتِ بالاتساعِ بحيثُ تتجمعُ مئاتُ البلوراتِ حولَ النواة .

عندما يصبحُ حجمُ المجموعةِ كافياً تبدأُ بالهبوطِ وتُسمّى «**رقاقةً**» . يصلُ قطرُ بعضِ الرقائقِ الى مقدار بوصةٍ (أو ٢,٥ سم) ! وحجمُ الرقاقةِ يتوقَّفُ على درجةِ الحرارةِ . فكلّما انخفضتْ درجةُ الحرارةِ صَغُرَ حجمُ الرقائق .

مَا سَبَبُ البَرَد ؟

عاصفةُ **البَرَدِ** واحدةٌ من حالاتِ الطّقسِ الاستثنائيّةِ . ومن المثيرِ رؤيةُ وابلٍ من **البَرَدِ** وهو يتساقَطُ بقوةٍ قادرةٍ على إحداثِ أضرارٍ كبيرةٍ . إذ يمكنُ أن يقتلَ وابلُ البَرَدِ الحيوانَ وحتّى الانسان ، في بعضِ الأحيانِ !

تحدُثُ عاصفةُ البَرَدِ عادةً في الطقسِ الدافىءِ ، وغالباً ما يصحَبُها البرقُ والرّعدُ والمطرُ . **ويتكوّنُ البَرَدُ عندما تتجمّدُ قطراتُ المطرِ أثناءَ مرورِها عبرَ حزامٍ من الهواءِ البارِدِ وهي في طريقِها الى الأرضِ** .

قطرةُ المطرِ الواحدةُ تشكّل حبّةَ بردٍ صغيرةً جداً . غير أنَّ شيئاً طريفاً يحدُثُ لهذه القطرةِ . عندما تتجمَّدُ وتصبحُ حبةَ بَرَدٍ وتتّجهُ نحوَ الأرضِ ، قد يحدُثُ أن تصادِفَ تيّاراً هوائيّاً قويّاً صاعداً . يحملُها هذا التيارُ إلى أعلى حيث تلتقي قطراتِ مطرٍ تهطُلُ بدورِها . فتعلقُ قطراتٌ جديدةٌ من المطرِ بحبَّةِ البَرَدِ . وحين تهبطُ ثانيةً وتعبُرُ الحزامَ الهوائيَّ البارِدَ تتجمَّدُ قطراتُ الماءِ العالقةُ بحبةِ البَرَدِ وتكوِّنُ طبقةً جديدةً حولَها ، وهكذا يكبُرُ حجمُ حبّةِ البَرَدِ .

عمليّةُ الهبوطِ والصعودِ هذه تتكرَّرُ المرَّةُ بعدَ المرَّةِ فتضافُ الى حبّةِ البَرَدِ الأولى طبقاتٌ جديدةٌ ويزدادُ ثقلُها بشكلٍ يجعلُها تتغلّبُ على مقاوَمةِ تيّارِ الهواءِ الصاعدِ وتهبطُ نحوَ الأرضِ .

وهكذا يمكنُ أن يكبُرَ حجمُ البَرَدِ حتى يصلَ قطرُها (في حالاتٍ نادرةٍ الى ثلاثِ أو أربعِ بوصاتٍ) (أو ٧,٥ و ١٠ سنتمترات) ، ويصلُ وزنُها الى نصفِ

رطلٍ انكليزيٍ (الرطلُ الانكليزيُّ يساوي ٤٥٣ غراما). ويمكن ، كذلك ، للثلجِ أن يتجمَّعَ حولَ حبّاتِ البَرَدِ إذا دَفَعَها الهواءُ نحو منطقةٍ يتشكَّلُ فيها الثلج . وهكذا يمكنُ أن تتكوَّنَ حبّاتُ البَرَدِ من طبقاتٍ من الجليدِ والثلجِ . وهناك البَرَدُ الناعمُ الخفيفُ الذي يهطلُ في الشتاءِ ، هذا البرَدُ هو شكلٌ من أشكالِ الثلجِ .

ما النَّدى؟

قد تتصوَّرُ أنّ النَّدى ظاهرةٌ بسيطةٌ من ظواهرِ الطبيعةِ ، فهمَها الانسانُ بسهولةٍ وأوضحَ أسبابَها . لكنْ ، الغريبُ ، أنَّ الناسَ قد أساؤوا فهمَ هذه الظاهرةِ ، كما كُتِبَتْ عنها كتبٌ بكاملِها .

منذُ أيامِ أرسطو الفيلسوف اليوناني (مات عام ٣٢٢ ق . م .) حتى أواخرِ القرنِ الثامَن عشرَ ، كان الناسُ يحسبون أنَّ **النَّدى** « يسقُطُ » بشكلٍ شبيهٍ بسقوطِ المطرِ . لكنَّ الحقيقةَ أنَّ **النَّدى لا يسقطُ أبداً** ! وأكثرُ أشكالِ النَّدى انتشاراً ، أي تلك التي نراها على أوراقِ النباتِ، ليست كلُّها ندىً ! وهكذا ترى أنَّ الأفكارَ الخاطئةَ حولَ **النَّدى** كانت كثيرةً .

لكي نفهمَ ظاهرةَ **النّدى** علينا أن نتذكرَ شيئاً عن الهواءِ المحيطِ بنا . فقد رأينا أنَّ الهواءَ يحملُ قدْراً من الرطوبةِ . وعندما يلامسُ الهواءُ سطحاً بارداً يتكاثَفُ جزءٌ منَ الرطوبةِ التي يحملُها وينعقدُ قطراتٍ صغيرةً تتجمَّعُ على السطح البارِدِ . هذه القطراتُ هي **النّدى** .

لكن ، لا بدَّ لكي ينعقدَ **النَّدى** من أن تنخفِضَ حرارةُ السطحِ البارِدِ الى درجةٍ مُحَدَّدَةٍ . هذه الدرجةُ تُعرَفُ بـ « **درجةِ النَّدى** » . مثلاً ، إذا وضَعْنا ماءً في كأسٍ زجاجيةٍ أو في وعاءٍ معدنيٍّ أملسَ ، قد لا يتكوَّنُ النَّدى على سطحِه . فإذا أضَفْنا الى الماءِ بعضَ الثلجِ ، يمكنُ أن لا ينعقدَ النّدى كذلك ، قبلَ ان تنخفضَ

درجةُ حرارةِ الكأسِ أو الوعاءِ الى الحدِّ المناسبِ .

كيف يتكوَّنُ **النَّدى** في الطبيعةِ ؟ لا بدَّ أولاً من أن يكونَ الهواءُ دافئاً مُحمَّلاً بالرطوبة . ولا بد أن يلامِسَ هذا الهواءُ سطحاً بارداً . **والنَّدى** لا يتكوَّنُ على الأرض أو الجدرانِ لأنّها تبقى دافئةً بعد أن سخَّنَتْها الشمسُ . بينما ينعقدُ **النَّدى** على الأعشابِ أو النباتاتِ التي تكونُ قد تبرَّدَتْ في الليلِ .

لماذا إذَنْ نقولُ إنَّ ما نشاهدُه على النباتِ من قطراتٍ ليس كلُّه ندى ؟ إذا كانَ القليلُ مما نشاهدُه على النباتاتِ صباحاً ندىً بالفعلِ ، **فإنّ معظمَ ما نشاهدُه من قطراتٍ ، وأحياناً كلّ ما نشاهدُه ، صادرٌ عن النبات نفسِه ! إذْ إنَّ الرطوبةَ تخرجُ من مسامِّ الأوراقِ . هذه العمليةُ جزء من دورةِ السِّقايةِ أو دورةِ الماءِ في النباتِ ، والغايةُ منها تزويدُ الأوراقِ بالماءِ الذي تمتصُّه الجذورُ من الأرض** . هذه العمليّةُ تبدأُ منذُ النهارِ ، والغَرَضُ منها حمايةُ الأوراقِ من الجفَافِ وتمكينُها من تحمُّلِ أشعَّةِ الشمسِ ، وتستمرُّ هذه العمليةُ نفسُها في الليلِ .

في بعضِ أنحاءِ العالمِ مناطقُ يكثرُ فيها النَّدى الى درجةٍ تجعلُ من الممكنِ جمع القطراتِ في بركٍ تزوِّدُ القطيعَ بماءِ الشربِ .

لماذا يتكوّن الصَقيع على النوافذِ ؟

الأطفالُ الذين يعيشون في مناطقَ شتاؤُها باردٌ ، يحبُّون أن يرَوْا **الصقيعَ** على النوافذِ . وبعضُ أشكالِ **الصقيعِ** جميلةٌ وتشبهُ الرسومَ الدقيقةَ على الأشجارِ والأوراقِ .

تَشَكُّلُ هذا **الصقيعِ** على النوافذِ وعلى الأشجارِ والأعشابِ يتمُّ في شروطٍ مُعَيَّنةٍ . **الصقيعُ بلَّوْراتٌ صغيرةٌ من الماءِ المتجمِّدِ . وهو يتكوَّنُ عندما يبرُدُ الهواءُ الذي يحمِلُ الرطوبةَ الى ما دونَ درجةِ تجمُّدِ الماء** . هذه الدرجةُ تُسمَّى « **درجةَ التجمُّدِ** » وهي **(٣٢)** درجة فهرنهايت وتساوي الدرجة المئويةَ صفر عند مستوى سطح البحر .

عندما يبردُ الهواءُ تضعُفُ قدرتُه على حملِ الرطوبةِ أو بخارِ الماء . الرطوبةُ الزائدةُ تتكاثفُ على بعضِ السطوحِ كزجاجِ النوافذِ . **فإذا انخفضت درجةُ الحرارةِ عن (٣٢) درجة فهرنهايت أو الدرجة المئوية صفر تحوّلَ الماءُ المتكاثفُ على النوافذِ الى بلوراتٍ أي أنّه يتحوّل إلى طبقةٍ من بلوراتِ الماءِ المتشابكةِ** .

فما الذي يسبِّبُ ظهورَ الأشكالِ والرسومِ على طبقةِ الصقيع ؟ أوَّلاً **البلوراتُ تتكوَّنُ بحسبِ بنيةٍ أو شكلٍ معيَّنٍ** ؛ وتجمُّعُ البلوراتِ بحدِّ ذاتِه يولِّدُ رسماً . يضافُ إلى ذلك وجودُ خدوشٍ دقيقةٍ في الزجاجِ ، أو جُزَيئاتٍ

من الغبار ، وتحرُّكُ تياراتٍ هوائيّـةٍ ، هذه كلُّهـا تتعاونُ لتكـوينِ رسومِ الصقيعِ على النوافذِ .

الصقيعُ الأبيضُ على نوعين : **الحُبَيْبيُّ** و **البلَّوْرِيُّ** . الصقيعُ الحُبَيْبيُّ ليسَ أكثرَ من ضبابٍ متجمِّدٍ . والصقيعُ البِلَّوْرِيُّ مكوَّنٌ مباشرةً من بخارِ الماءِ في الهواءِ . فهو ينتقِلُ دفعةً واحدةً من الحالةِ الغازيَّةِ الى الحـالةِ الصلبةِ ، دونَ أن يمرَّ بالحالةِ السائلةِ أي دونَ أن يصبحَ قطراتٍ من الماءِ .

يمكنُ للصقيعِ أن يشكِّلَ خطراً بالنسبةِ إلى المزارعين ، لأنَّه يقتلُ براعمَ الثمارِ والفواكِهِ . والواقعُ ليسَ الصقيعُ هو الذي يقتُلُ البراعمَ بل تجمُّدُ نسغِ النباتِ هو ما يسبِّبُ الأذى . لذلك يضطرُّ المزارعون الى ابتكارِ طرقٍ تمنعُ حدوثَ الصقيعِ كي يُنقذوا المحاصِيلَ . من هذه الطرقِ تغطيةُ النباتِ بالقماشِ لمنعِ إشعاعِ الحرارةِ أو تسرُّبِها. وهناك أحواضٌ يتصاعدُ منهـا الدخـانُ ويغطّي الأشجـارَ وهذا مـا يساعِـدُ النباتَ على الاحتفـاظِ بحرارتِه .

فإذا كنتَ ممن يستمتِعُ بمشهدِ الصقيعِ ورسومِه تذكَّرْ أنَّه قد يسبِّبُ خسائرَ كبيرةً في المحاصيلِ .

كيفَ يُقاسُ المطرُ ؟

يجـري الآنَ **قياسُ المطرِ** في معظمِ أنحاءِ العالمِ بواسطةِ آلةٍ هي **مقياسُ المطرِ** . هذه الآلةُ ذاتُ فَتحةٍ واسعةٍ من الأعلى تشبهُ القمعَ وتتصلُ بأنبوبٍ فارغٍ ومسدودٍ من الأسفلِ .

يوضعُ هذا المقياسُ في مكـانٍ مكشوفٍ لا يمنـعُ المطرَ عنـه أيُّ حاجزٍ . والأنبوبُ مُدَرّجٌ بحيث يسمحُ بمعرفةِ كميةِ المطرِ التي تجمعّتْ فيه معرفةً دقيقةً . ويجري تفقُّدُ هذا المقياسِ **بانتظامٍ** . فإذا وَجَـدَ المختصُّ بشؤونِ الطقسِ في الأنبوبِ مقدارَ بوصةٍ مكعبةٍ أو سنتمرٍ مكعبٍ من ماءِ المطرِ أعلنَ أن كميةَ **المطرِ** التي هطلتْ في تلك المنطقةِ تساوي بوصةً أو تساوي سنتمتراً مكعباً .

المنطقةُ التي يكونُ معدّلُ هطولِ الأمطارِ فيها أقلَّ من (١٠) عشرِ بوصاتٍ في السّنةِ تُعتَبَرُ صحراويةً . وإذا تراوحتِ الكميةُ بين (١٠) عشر بوصات و (٢٠) عشرينَ بوصةً كان ذلك كافياً لنموِّ الأعشابِ والمراعي . أما الزراعةُ فلا بدَّ لازدهارِها في بعضِ المناطقِ من معدّلِ أمطارٍ يفوق نسبةَ العشرين بوصةً في السنةِ .

إذا ارتفعَ معدّلُ الأمطارِ عن (١٠٠) مئةِ بوصةٍ في الفصلِ الحارِّ فإنّ النباتاتِ تصبحُ كثيفةً جداً إلى درجةٍ تضعفُ الزراعةَ . وهذه حالُ الأدغالِ في البرازيلِ وأواسِطِ أفريقيا والهندِ . ففي الهندِ مكانٌ يُدعى **شيرابونجي**

يتلقى أمطارا تبلغ مقدار (٤٥٠) بوصةً في السنةِ . بينما تتلّقى مصرُ مقدارَ بوصةٍ ونصفِ البوصةِ في السنةِ . ومعلومٌ أنّ الزراعةَ في مصرَ لا تعتمدُ على المطرِ بل على فيضانِ نهرِ النيلِ . هل تعرفُ نسبةَ المطرِ في بلدك ؟

كيفَ يتحوّلُ الماءُ الى جَليد ؟

إذا كنتَ قد راقَبْتَ بركةً أو بُحيرةً في بدايةِ التجمُّدِ ، فقد رأَيْتَ غطاءً من **الجليدِ** يتكوَّنُ على سطحِ الماءِ .

فهل تعلَمُ أنَّهُ لو كانَ تجمُّدُ البركِ والبحيراتِ والبحارِ يبدأُ من القاعِ بدلَ أن يبدأَ من الأعلى لتغيَّرَتْ أشياءُ كثيرةٌ في حياتنا ؟ ولا يقتصرُ هذا التغيُّرُ على تبدُّلِ مناخاتِ الكرةِ الأرضيَّةِ ، بل يشمَلُ أيضاً مصيرَ الكائناتِ التي تعيشُ في الماءِ ، لأنَّها كانت ستفنى .

فكيف تتمُّ عمليةُ التحوُّلِ إلى جليدٍ ؟ عندما يبرُدُ الهواءُ فوقَ البحيرةِ يبرُدُ سطحُ الماءِ أو الطبقةُ العليا . هذه البرودةُ تجعلُ سطحَ الماءِ أثقلَ من طبقةِ الماءِ تحتَه والتي ما تزالُ أكثرَ دفئاً ، فيغوصُ الماءُ السطحيُّ ليحلَّ محلَّهُ ماءٌ أكثرُ دِفئاً يبردُ بدورهِ فيثقُلُ ويغوصُ ، وهكذا . . تستمرُّ هذه العمليةُ إلى أن تصلَ حرارةُ الماءِ الى (٣٩) درجة فهرنهايت (أو ما بين ثلاثٍ وأربعٍ درجاتٍ مئوية) .

الحرارةُ ما تزالُ تنخفِضُ ! وعندما تصبحُ درجةُ حرارةِ الماءِ السطحيِّ أقلَّ من (٣٩) فهرنهايت، أو ٣درجاتٍمئويةٍ ، فإنّ هذا الماءَ يبقى على السطح . وسببُ ذلك أن الماءَ الذي تنخفضُ درجةُ حرارتِه عن ٣٩ فهرنهايت ، أو ٣ درجات مئوية ، يصبحُ أخفَّ وزناً !

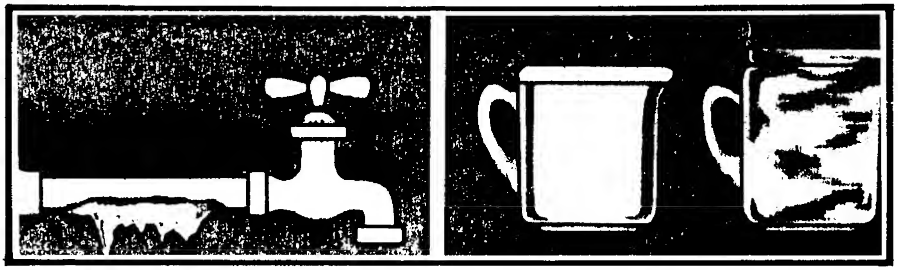
في هذه الحال تكونُ الطبقةُ السطحيةُ للماءِ جاهزةً للتجمُّدِ . فإذا وقفَتْ حرارةُ الماءِ عندَ درجةِ التجمُّدِ (أي ٣٢ فهرنهايت والدرجة صفر مئوية) ، أو إذ انخفضَتْ عن هذا الحدِّ فإن بلوراتٍ صغيرةً تبدأُ بالتشكُّلِ .

لكلِ بِلَّوْرَةٍ من هذه البلوراتِ ستَّةُ وجوهٍ أو ستُّ زوايا . عندما تتلاقى هذه البلَّوراتُ معاً تشكِّلُ الجليدَ ، وسرعانَ ما يتكوَّنُ غطاءٌ كاملٌ من الجليدِ على سطحِ الماء ، أحياناً يكون الجليدُ صافياً شفّافاً ، وأحياناً يكونُ غائماً ، فما سببُ ذلك ؟ لأن قطرةَ الماءِ عندما تتجمَّدُ تطلِقُ فقاعةً صغيـرةً من الهواءِ . هذه الفقاعةُ تعلَقُ بفروعِ البلَّورَةِ . وكلما تشكَّلَتْ بلوراتٌ جديدةٌ بقيَتْ فقاعاتُ الهواءِ وهكذا يصبحُ الجليدُ غائِماً .

إذا كان الماءُ تحتَ الجليدِ مائجاً أو متحرِّكاً فإن فقـاعاتِ الهـواءِ الصغيرةَ تتجمَّعُ معاً ويصبحُ الجليدُ صافياً شفافاً .

الماءُ من الموادِّ القليلةِ في الطبيعةِ التي لا تتقلَّصُ أو ينقُصُ حجمُها عندما تتحوَّلُ من سائلٍ إلى جليدٍ صلبٍ . عندما يتجمَّدُ الماءُ يزدادُ حجمُه بمقدارِ ١/٩ ، فإذا حوَّلْنا ملءَ تسعةِ أكوابٍ من الماءِ إلى جليدٍ يكونُ الحجمُ الجديدُ الناتج معادِلاً لملءِ عشرةِ أكوابٍ ! وعندما تنفجِرُ أنابيبُ التبريد في السياراتِ في الشتاءِ البارِدِ ، يكونُ سببُ ذلك تجمُّدُ الماءِ في هذه الأنابيب ، لأن الماءَ المتجمِّدَ يحتاجُ الى حجمٍ أوسع !

لماذا يفجّر الجليدُ انابيبَ الماء ؟



نسمعُ بعضَ التلاميذِ يتذمّرون قائلين : « لماذا ندرسُ الفيزياءَ والعلومَ ؟ لن نحتاجَ أبداً الى هذه المعلوماتِ في حياتِنا العملية » وبالطبعِ فإنّ هذا الظنَّ خاطئٌ تماماً . وسواءٌ عرَفْنا أم لم نعرفْ ، فإننا جميعاً نستخدمُ قوانينَ الفيزياءِ في حياتِنا اليوميةِ دونَ انقطاعٍ .

كلُّ شخصٍ يعيشُ في بلادٍ شديدةِ البرودةِ شتاءً ، يعرفُ أنَّ عليه وضعَ المادةِ المانعة للتجلُّدِ في أنابيبِ مُبرّدِ السيارةِ (رادياتور) ، وأن يُحكِمَ إقفالَ أنابيبِ الماءِ أو تفريغَ الأنابيبِ التي تحتوي على الماءِ . ويعرفُ أنّه ما لم يقُمْ بهذه الاحتياطاتِ فإنَّ مبرِّدَ السيارةِ سينفجرُ والأنابيبَ قد تتحطمُ . وقوانينُ الفيزياءِ هي التي تفسّرُ لنا مثلَ هذه الظواهرِ .

معظمُ الموادِّ التي تتحوَّلُ من الحالةِ السائلةِ الى الحالةِ الصلبةِ تتقلّصُ أو ينقصُ حجمُها . لكنَّ ما يحدثُ في حالةِ تجمُّدِ الماءِ فهو العكسُ تماماً . **حين يتجمّدُ الماءُ يزدادُ حجمُه** أو يتمدَّدُ بدلَ أن يتقلّصَ . وهو لا يتمدّدُ

كيفما اتّفق ؛ **حين يتجمّدُ الماءُ يزدادُ حجمُه بمقدارِ ١/٩ تِسْعِ الحجمِ الأصلي .**

هذا يعني أننا لو أخذْنا تسعةَ ليتراتٍ من الماءِ وجعلناها تتجمَّدُ لحصلْنا على عشرةِ ليتراتٍ من الجليدِ ! والآنَ تصوَّرْ أن الماءَ في مبرّدِ المحرِّكِ أو أنابيبِ الماءِ قد تجمّدَ . عشرةُ مقاييسَ من الجليدِ تحتاجُ الى حجمٍ أكبرَ من الحجمِ الذي كانت تشغَلهُ تسعةُ مقاييسَ من الماءِ . لكن الأنابيبَ التي تبرِّدُ المحرّكَ أو أنابيبَ الماءِ ليسَتْ مطّاطةً ، ولا تقدرُ أن تتوسعَ . والجليدُ يحتاجُ الى فسحةٍ أكبرَ ولا بدَّ أن يتمدَّدَ ، لذلك يحطّمُ الأنابيبَ كي يحصلَ على الفسحةِ الضّروريةِ .

المُدهشُ في هذه العمليَّةِ الطبيعيةِ هو القوةُ الهائلةُ التي تملكُها . فالأنابيبُ تُصنَعُ من معادنَ صلبةٍ متينةٍ ، مع ذلك يحطِّمُها الماءُ المتجمّدُ . وفي بلدٍ كفنلندا تُستغَلُّ هذه القوّةُ للأغراضِ العمليَّةِ . ففي مقالعِ الصُّخورِ تُملأُ شقوقُ الصخرِ بالماءِ ، وتُترَكُ حتى تتجمّدَ . هذا الماءُ المتجمّدُ يعملُ عملَ الإسفينِ فيشقِّقُ الصخرَ ، وهكذا تُقتلَعُ كتلُ صخريةٌ كبيرةٌ بقوةِ تجمُّدِ الماء !

ولأنّ الجليدَ يشغَلُ حجماً أكبرَ من حجمِ الماءِ الذي يتكوّنُ منه ، فهو أخفُّ من الماءِ ويطفو على سطحِه . ولهذا السببِ لا تتجمَّدُ الأحواضُ المائيةُ الكبرى (كالبحار مثلاً) بشكلٍ كاملٍ . فالقشرةُ أو الطبقةُ الجليديّةُ التي تطفو على السطحِ تحمي الماءَ في الأسفلِ وتعزلُه عن برودةِ الهواءِ الشديدةِ .

لماذا لا تذوب أكواخ الثلج القبّية من الداخل ؟



كان شعبُ الأسكيمو يبني الأكواخَ على شكلِ القبابِ مستخدماً كتلَ الثلجِ بدلَ كُتلِ الحجارةِ . أمّا اليومَ فقد انتشرَ في بلادِ الأسكيمو بناءُ البيوتِ من الأخشابِ أو من الحجارةِ ؛ وما زالَ الأسكيمو اليوم يلجأون الى بناءِ الأكواخِ الثلجيَّةِ في مناسباتٍ خاصةٍ ، أو أثناءَ رحلةٍ يقومون بها . هذه الأكواخُ تُبنى بسرعةٍ وتتحدَّى رداءةَ الطقسِ مهما بلغت .

يُحفرُ في البدايةِ خندقٌ طولُه خمسةُ أقدام (أو مترٌ ونصف المتر) ، وعرضُه عشرون بوصةً (أو نصف متر) ؛ ويجري الحفرُ عميقاً في حقلٍ ثلجيٍّ كدَّستِ الرياحُ الثلوجَ فوقَه . ثم يبدأُ اقتطاعُ كتلِ الثلجِ بالسكينِ، من حافةِ الخندقِ الداخليةِ . وينبغي أن يكونَ شكلُ الكتلِ ضيّقاً من الداخلِ ، وأن يكونَ الوجهُ الخارجيُّ عريضاً نسبياً . وهكذا حين تُرصفُ الكتلُ فوقَ بعضها البعضِ تكونُ مائلةً نحو الداخلِ .

وتُرصفُ الكتلُ تبعاً لخطٍّ دائريٍ ، وبما أنَّ الكتلَ تميلُ نحو الداخلِ فإنَّ الدائرةَ سوفَ تَضيقُ باستمرارٍ وهي تلتفُّ بشكلٍ حلزونيٍّ . مادّةُ البناءِ تُقتَطَعُ باستمرارٍ من الداخلِ حيث يقفُ الشخصُ الذي يبني . وهكذا تعلو قبةُ الكوخِ وتتجوَّفُ أرضُه في وقتٍ واحدٍ . وأخيراً تُقفلُ القبّةُ بحجرِ العَقْدِ الذي يؤخَذُ من الحجارةِ . وينبغي أن تكونَ مساحةُ السطحِ العُلْويِّ لهذا الحجرِ أوسعَ من مساحةِ السطحِ السفلي ، أي أن تكون الحوافي العليا أكبرَ من الحوافي السُّفلى . وتُملأُ الفراغاتُ الكائنةُ بين الكتلِ بالثلجِ الطريِّ . وهكذا فإن بناءَ كوخٍ صغيرٍ بهذه الطريقةِ يتمُّ خلالَ ساعتين أو ثلاثٍ .

عندما يكتملُ البناءُ يأتي دورُ المرأةِ في العملِ . توقِدُ سراجاً يُغَذَّى بدهنِ الحوتِ وتزيدُ اشتعالَه قـدْرَ المُستطاعِ . تُغلِقُ البـابَ بكتلةِ جليدٍ وتعملُ على سدِّ جميعِ الفراغاتِ والمنافذِ . حين ترتفعُ الحرارةُ يبدأ الثلجُ بالذّوبان . لكن بما أنَّ السقفَ مقبَّبٌ أو منحنٍ فلا تتساقطُ القطراتُ . بدلَ ذلك تنزلقُ القطراتُ فوقَ الكتلِ بحيثُ تبتلُّ جميعُها .

عندما تبتلُّ الكتلُ بشكلٍ كافٍ تطفىءُ المرأةُ سراجَها وتفتحُ البابَ . فيندفعُ الهواءُ الشّديدُ البرودةِ الى الداخلِ الحارِّ الرطبِ خِـلالَ دقائق . وهكذا يتحوَّلُ الكوخُ من بناءٍ ثلجيٍّ هشٍ الى قبّةٍ من الجليدِ ! ويصبحُ قوياً جداً بحيثُ يمكنُ أن يتدحرجَ على سطحِه دبٌّ قطبيٌّ دونَ أن يحطِّمَه . وبما أنّه صلبٌ قاسٍ فهو لا يذوبُ نتيجَة الدفـءِ ويشكِّلُ مأوىً مُريحاً .

لكن ، بالطبعِ ، عندما يمضي الشتاءُ وترتفعُ حرارةُ الجوِّ يبدأُ الكوخُ بالذوبانِ، وأوّلُ ما يذوبُ فيه هو السقفُ .

مَا علمُ المحيطات ؟

ما تزالُ العلومُ تتشعّبُ وتمضي بعيداً في التخصصِ بحيثُ أصبحتْ كلُّ ظاهرةٍ من ظواهرِ الطبيعةِ موضوعاً لفرعٍ خاصٍ من فروعِ العلومِ . وعلمُ المحيطاتِ هو الاختصاصُ بدراسةِ العلومِ المتعلقةِ بالبحارِ ، وغايتُها تعرُّفُ الانسانِ على كيفيةِ نشوءِ البحارِ ، وكيفيةِ حدوثِ التغيُّراتِ فيها .

هذا العلمُ يحتاجُ الى دراساتٍ كثيرةٍ موسَّعة ! فلنرَ الجوانبَ التي يشملُها ، ولنبدأ أولاً بالشاطىءِ . هذا الخطُّ الفاصلُ بين البحرِ واليابسةِ مُعرَّضٌ للتغيُّرِ المستمرِّ بسببِ المدِّ والجزرِ وحركةِ الأمواجِ الدائمةِ الارتطامِ بالشاطىءِ .

حرارةُ البحارِ والأملاحُ التي يحتوي عليها هي من موضوعاتِ هذا العلمِ . والغريبُ أنّ الانسانَ لم يتوصّلْ ، حتى الآن ، الى تعليلٍ كافٍ لوجودِ الملحِ في البحارِ . هناك أيضاً دراسةُ المدِّ والجزرِ ، وهي الحركةُ الدّوريّةُ الناتجةُ عن تأثيرِ جاذبيةِ القمرِ والشمسِ في مياه البحارِ .

ومن موضوعاتِ علمِ المحيطاتِ التيّاراتُ البحريّةُ . هذه التيّاراتُ أشبهُ بأنهارٍ عظيمةٍ تجري داخلَ المحيطات . وتكونُ أشدَّ حرارةً أو أشدَّ برودةً من المياهِ التي تخترقُها . ولهذه التياراتِ أهميةٌ كبيرةٌ بالنسبةِ للانسانِ ، لذلك يدرسُها بعنايةٍ .

وفي المحيطاتِ والبحارِ أنواعٌ عديدةٌ من النبات والحيوان . وعالِمُ المحيـطاتِ يهتمُّ بدراسـةِ هذه الأنـواعِ . وعمقُ المحيطِ وتنوُّعُ مستـوى الأعماقِ من الموضوعاتِ التي يختصُّ بها بعضُ العلماء .

وما يجري في قاعِ المحيطِ مسألةٌ تهمُّ الانسانَ . وقد رأينا أنّ قعرَ المحيطِ مغـطّىً بالـطّينِ الناعمِ على عمقِ (١٢٠٠٠) قـدمٍ (أو ٣٦٠٠ متر) . هذه الطبقةُ الطينيّةُ مكوَّنةٌ من الهياكلِ الدقيقةِ لكائناتِ البحرِ البالغةِ الصغر . حياةُ حيواناتِ الأعماقِ ونباتاتِها تُدرَسُ هي أيضاً عن طريقِ جرفِ عيناتٍ من الوحلِ الذي يغطّي قاعَ المحيطِ .

وبصورةٍ عامةٍ فإنّ البحرَ أو المحيطَ الذي يبدو جسماً مائياً هائلاً هو موضوعٌ شديدُ الاتساعِ والتعقيدِ ولا بدّ للانسانِ من أن يعرفَ عنه كلَّ ما تمكنُ معرفتُه . وعلماءُ المحيطاتِ يوسِّعون حدودَ معرفتِنا بالبحارِ والمحيطاتِ عن طريقِ دراسةِ كلِّ جزءٍ منها وكلِّ شيءٍ فيها .

مَا سَبَبُ ملوحَةِ البَحر ؟

تطالعُنا ، بينَ الحينِ والحينِ ، حقائقُ عنِ الأرضِ ، تحيِّرنا ولا نجدُ لها جواباً شافياً . من هذه الحقائقِ المحيِّرةِ وجودُ الملحِ في مياهِ البحارِ . كيف جاءَ هذا الملحُ ؟

إنّنا ، بكلِّ بساطةٍ ، لا نعرِفُ كيف جاءَ كلُّ هذا الملحِ الى البحارِ. نعرفُ ، بالطبعِ ، **أن الملحَ قابلٌ للانحلالِ في الماءِ** ، وأنه بسببٍ من ذلك ينحلُّ في ماءِ المطرِ ويصلُ بواسطتِه الى البحرِ . **الملحُ الموجودُ في سطحِ الأرضِ يتعرَّضُ للانحلالِ المُتواصلِ في ماءِ المطرِ ويجري نحوَ البحرِ** .

لكنّنا لا نعرِفُ إنْ كان هذا يكفي لتعليلِ وجودِ الكمياتِ الهائلةِ من الملحِ في مياهِ البحارِ . لو افترضنا أنَّ البحارَ كلَّها قد جفَّتْ ، لترسّبَ ملحٌ يكفي لبناءِ جدارٍ ارتفاعُه (١٨٠) ميلاً وسماكتُهُ ميلٌ ، ويمتدُّ ليُشَكِّلَ حِزاماً يلفُّ الكرةَ الأرضيةَ عندَ خطِّ الاستواء .

لنقدّمْ هذه الكميةَ بشكلٍ آخر . إنَّ الملحَ الذي يمكنُ أن يترسَّبَ من البحارِ كلِّها يشكِّلُ صخرةً هائلةً أكبرَ من قارةِ أوروبا بخمسَ عشرةَ مرةً !

ملحُ الطعامِ الذي نستخدمهُ يستخرجُ من ماءِ البحرِ أو ماءِ البُحيراتِ المالحةِ والينابيعِ المالحةِ أو من الترسُّباتِ الملحيَّةِ الصخريةِ . وتتراوحُ **كثافةُ الملحِ في مياه المحيطاتِ بين ثلاثةٍ بالمئة وثلاثةٍ ونصفٍ بالمئة** . أما

البحارُ المُغلقَةُ كالبحرِ الأبيضِ المتوسطِ والبحرِ الأحمرِ فإنّ درجةَ ملوحتِها أكبرُ مما هي عليهِ في البحارِ المنفتحةِ أو المتصلةِ بالمحيطِ ، والبحرُ الميتُ الذي تبلغُ مساحتُه (٣٤٠) ميلاً مربّعاً يحتوي على (١١٦٠٠٠٠٠٠٠٠) أحدَ عشرَ ملياراً وستمئةِ مليون طنٍ من الملحِ !

المعدّلُ الوسطيُّ للملوحةِ في مياهِ البحرِ هو بنسبةِ ربعِ رطلٍ انكليزي (١١٥ غراماً) من الملح في كل غالـون (٣,٧ ليتر) من المـاءِ . أمّا الصخورُ الملحيَّةُ المترسِّبَةُ في أنحاءَ مختلفةٍ من العالمِ فقد تشكَّلَتْ نتيجةَ تبخُّرِ ماءِ البحرِ منذ ملايينِ السنينِ . ويُعتقد أنّ هذه الصخورَ الملحيَّةَ قد ترسّبَت في بحارٍ شبهِ مغلقةٍ ، لأنَّ عمليةَ التبخُّرِ كانت تتمُّ بمقاديرَ أكبرَ من مقاديرِ المياهِ العذبةِ التي تصبُّ في هذه البحارِ .

معظمُ ملحِ الطعامِ المتداوَلِ تجارياً مأخوذٌ من الملحِ الصخريّ . والطريقةُ المألوفةُ لاستخراجِ الملحِ من هذه الصخورِ تقومُ على حفرِ آبارٍ في مقالعِ الملحِ . ويُضَخُّ الماءُ النقيُّ في هذه الآبارِ بواسطةِ الأنابيبِ . هذا الماءُ يحلُّ الملحَ ، ويعادُ استخراجُ الماءِ المالحِ الى السطحِ بواسطةِ المضخاتِ .

ما البحر الميت؟

« **البحرُ الميتُ** » تسميةٌ غريبةٌ تُطلَقُ على حوضٍ مائي . وأسماءُ هذا البحرِ كثيرةٌ متنوعةٌ !

أطلقَ عليه قدماءُ اليونانِ اسمَ « **البحر الميت** » . وسمّاه العبرانيون « **البحرَ المالحَ** » . وسمّاه العربُ « **بحيرةَ لوط** » .

هذا البحرُ عبارةٌ عن بحيرةٍ مالحةٍ كبيرةٍ مستطيلةٍ وضيّقةٍ **تقعُ في وادي الغَوْرِ بفلسطين** . ووادي الغورِ جزءٌ من الأخدودِ الانهداميِّ الكبيرِ الممتدِّ من أفريقيا جنوباً حتى جبالِ الأمانوس شماليّ سوريا .

يبلغُ طولُ **البحرِ الميتِ** (٤٨) ثمانيةً وأربعين ميلاً (أو ٧٧ كم) ويتراوحُ عرضُه بين (٣ و ١١) ميلاً (أو ٥ و ١٧ كم) . وأغربُ ما في هذا البحرِ انخفاضُ مستوى سطحِه عن مستوى سطحِ البحرِ . وسطحهُ أخفضُ السطوحِ المائيةِ للبحارِ في العالمِ ، إذ ينخفضُ بمقدارِ (**٣٩٤**) متراً عن سطحِ البحرِ . مياهُه ضحلةٌ (قليلةُ العمقِ) في الجنوبِ ؛ أما في الشمالِ فيبلغُ عمقُه (١٣٠٠) قدم (أو **٣٩٠** متراً) .

لا يتفرعُ من هذا البحرِ أيُّ جدولٍ . لكنَّ **نهرَ الأردن يصبُّ فيه من جهةِ الشمالِ** كما تصبُّ فيه جداولُ صغيرةٌ منحدرةٌ اليه من التلالِ **المحيطةِ به** . فائضُ المياهِ الذي ينحدرُ اليه ينصرفُ بطريقةٍ وحيدةٍ **هي التبخرُ** .

وهكذا تتجمَّعُ المياهُ وتتبخَّرُ تاركةً أملاحَها في هذا البحرِ وكانتِ النتيجةُ ارتفاعَ نسبةِ الأملاحِ في مياهِه . أهمُّ الأملاحِ التي يحتوي عليها هي أملاحُ البوتاسِ والمغنيزيوم والكلورايد والبرومين .

والبحرُ الميتُ أكثرُ بحارِ العالمِ ملوحةً . درجةُ الملوحةِ فيه ستةُ أضعافِ درجةِ الملوحةِ في البحارِ الأخرى . وبسببَ كثافةِ الأملاحِ فيه صارَ باستطاعةِ الانسانِ أن يسبحَ فيهِ ويبقى عائماً ويظلَّ رأسُهُ وكتفاه فوقَ الماء بشكلٍ تلقائي . هذه الأملاحُ تشكِّلُ ثروةً للانسان . وقد جرى تقديرُ كميةِ املاحِ البوتاسِ المنحلَّةِ في مياهِ **البحرِ الميتِ** فتبيَّنَ أنها حوالى مليوني طن . هذه الأملاحُ يمكنُ استغلالُها لتركيبِ الأسمدةِ الكيماوية .

هَل فِي البَحرِ المَيتِ كائنات حَيّة ؟

البحرُ الميتُ هو أغـربُ الأحواضِ المـائيةِ على سـطحِ الأرض . فمنذ ملايينِ السنين كان مستوى سطحِه أعلى مما هو الآن بمقدارِ (١٤٠٠) ألفٍ وأربعمئة قدمٍ (أو ٤٢٠ متراً) ، وبالتّالي فقد كان أعلى من مستوى سطحِ البحرِ الأبيضِ المتوسطِ . وفي ذلك الزمنِ كانتِ الكائنـاتُ الحيَّةُ تعيشُ فيه . ثم جاءت فترةُ جفافٍ شديدٍ ، وتبخَّرتْ نسبةٌ كبيرةٌ من مياهِه فأخذ ينحسِرُ تدريجياً حتى بلغَ حجمَه الحاليَّ .

أغربُ ما في **البحرِ الميتِ** هو نسبةُ الأملاحِ المنحلَّةِ في مياهِه . مياهُ البحارِ العاديةِ تتضمَّنُ نسبةً من الملوحة تبلغُ (٤) أو (٦) بالمئة . أما نسبةُ الملوحةِ في **البحر الميتِ** فهي بين (٢٣) و (٢٥) بالمئة . مياهُه ليسَتْ مالحةَ الطّعمِ وحسبُ ، بل تسبِّبُ فوقَ ذلك الغثيان بسببِ وجودِ كلوريد المغنيزيوم فيها . كما أنَّ ملمَسَ المياهِ زيتيٌّ ناعِمٌ بسببِ وجـودِ كلوريدِ الكالسيوم فيها .

لا يمكنُ للكائناتِ الحيّةِ أن تعيشَ في هذا البحرِ . وعندما يتدفَّقُ اليه نهرُ **الأردنِّ** يحملُ معهُ الأسماكَ . غير أن هذه الأسماكَ سرعانَ ما تموتُ وتصبحُ طعاماً لطيورِ البحرِ التي تحوّمُ على شاطئِه .

مَا الذي يُحدِثُ الأمواج ؟

إذا كنْتَ قد أمضيتَ بعضَ الوقتِ قريباً من البحرِ ، لا بدَّ أن تكونَ قد لاحظْتَ قلَّة الأمواجِ في اليومِ الهادىءِ وكثْرَتَها في الأيامِ العاصفةِ .

وهذا يبيّنُ لنا العاملَ الذي يحرِّكُ الأمواجَ في الماءِ . هذا العاملُ هو الريحُ . **الموجةُ هي الطريقةُ التي ينتقلُ بموجِبها شكلٌ من أشكالِ الطاقةِ من مكانٍ الى آخر** . ولا بدّ من قوةٍ ما أو طاقةٍ ما لإطلاقِ الموجةِ ، والريحُ تقدِّمُ هذه الطاقةَ الدافعةَ بالنسبةِ للماءِ .

ولو لاحظت الأمواجَ وهي تتحركُ ، الموجةَ تلوَ الموجةِ ، لبدا لك أنَّ الماءَ يتقدّم الى الأمام . لكنْ لو كانتْ على الماءِ قطعةُ خشبٍ طافيةٌ لما تقدّمتْ مع تقدِّم الموجةِ واقتصرتْ على الارتفاعِ والهبوطِ ولا تتقدم الا اذا دفعتْها الريحُ أو حملها المدُّ .

وإذن ما نوعُ الحركةِ التي تتمُّ أثناءَ الموجةِ ؟ **موجةُ البحرِ هي في الدرجةِ الأولى حركةُ جُزَيْئاتِ الماءِ نحو الأعلى والأسفلِ . الحركةُ هي التي تنتقِلُ باتجاهِ الشاطىءِ لا جزيئاتُ الماءِ نفسُها** . فإذا كان لديك مثلاً حبلٌ باستطاعتك أن ترسلَ موجةً عبرَ الحبلِ . يمكنُ لحركةِ الصعودِ والهبوطِ أن تتقدمَ عبرَ الحبلِ دونَ أن تتحركَ جزيئاتُ الحبلِ نفسُها .

عندما يضربُ أسفلُ الموجةِ الأرضَ على مسافةٍ قصيرةٍ من الشاطىءِ

تخفُّ سرعتُه بسببِ الاحتكاكِ ، بينما يتابعُ أعلى الموجةِ تقدُّمَه ثم ينقلبُ . وهكذا يحدثُ **تكسّرُ الأمواجِ** على الشاطىءِ .

الطاقةُ التي دفعَتِ الموجةَ **تضيعُ لدى الاصطدامِ** بالشاطىءِ . كلُّ ما عليك أن تفعلَه لفهمِ حركةِ الموجِ هو الوقوفُ على الشاطىءِ بينَ الأمواجِ وسوفَ تكتشفُ أنّ في الأمواجِ طاقةً .

في الموجةِ البحريّةِ ، تتحركُ جُزَيئاتُ الماءِ **حركةً دائريةً**. تتحركُ إلى **الأعلى** والى **الأمامِ** حين تدفعُها الريحُ ؛ ثم **تهبط الى الأسفلِ وتتراجع** الى الوراء لأنّ جاذبيةَ الأرضِ تشدُّها نحوَها حينَ ترتفعُ ، وتعيدُها الى المستوى الإجمالي . هذه الحركةُ الصاعدةُ الهابطةُ هي التي تدفعُ بـالموجـةِ الى الأمام .

المسافةُ بين **رأسِ الموجةِ** والرأسِ التالي هي **طولُ الموجةِ** ، والنقطةُ المنخفضةُ هي « **المجال** » .

مَا الأمواجُ المَدِيّة ؟



في ٢٧ آب (أغسطس) عام ١٨٨٣ خُسِفَتْ جزيرةُ كراكاتُوا ، في جزرِ الهندِ الشرقيةِ (أندونيسيا) ، بفعلِ انفجارٍ بركانيٍّ هائلٍ . ونتيجةً لهذا الانفجارِ ارتفعتِ الأمواجُ أكثرَ من مئةِ قدمٍ (٣٠ متراً) في الهواءِ ، واجتاحَتْ مئاتِ القُرى ، واندفعَتْ عبرَ المحيطِ بسرعةِ (٧٠٠) ميلٍ (١١٢٠ كم) في الساعةِ ، وبلغَتْ سواحلَ استراليا وكاليفورنيا على بعدِ آلافِ الأميالِ !

وفي عام ١٩٤٦ حدثَ زلزالٌ في قاعِ البحرِ قربَ جزيرةِ آلوسيا (آلاسكا) . فانطلقَتْ أمواجٌ هائلةٌ ، قطعَتْ في أقلَّ من خمسِ ساعاتٍ (٢٠٠٠) ميلٍ وضربَتْ هاواي ؛ فاقتلعتِ البيوتَ والجسورَ وقذفتْ بها على بعدِ مئاتِ الأقدامِ ، وغرقَ نتيجة هذه الأمواجِ أكثرُ من (١٧٠) شخصاً .

مثلُ هذه الأمواجِ الهائلةِ هي ما نسميه « **بالأمواجِ المـدّيةِ** » . إنها تختلفُ اختلافاً كلّياً عن أمواجِ البحرِ العاديّةِ التي نراها على الشواطىءِ، ولا علاقة لها بالرياحِ أو بالمدِّ والجزرِ .

العلماءُ يطلقون على **الأمواجِ المدّيةِ** اسماً خاصّاً . إنهم يعتمدونَ التّسميةَ اليابانيةَ « **تْسونامي** » . تحدثُ **الموجةُ المدّيةُ نتيجَة اضطرابٍ في قاعِ البحر** . هذا الاضطرابُ هو عادةً زلزالٌ يضربُ القاعَ .

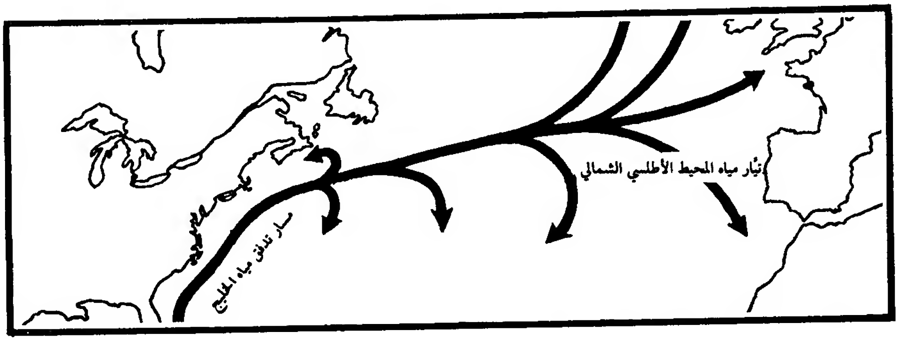
الزلزالُ الذي يضربُ قاعَ المحيطِ يُحدِثُ صدمةً **تعبرُ المياهَ أمواجاً ، تماماً كما يعبرُ الصوتُ الهواءَ** . والواقعُ أنّ **هذه الصدمةَ تنتقل في الماءِ بسرعةِ الصوتِ** .

إذا صادفَ وجودُ سفينةٍ في المنطقةِ التي تعبُرها الصدمةُ تحطمّت ، كما لو أنّها اصطدمت بالصخرِ !

عندما يحدثُ زلزالٌ في قاعِ المحيطِ فإنّ هذا القاعَ يتحركُ ويتغيّرُ وينزلقُ . هذه الحركةُ التي تحدُثُ في القاعِ ، والصدمةُ التي تولّدُها يُسبّبان الأمواجَ المدّية . أحياناً يحدثُ **هبوطُ عظيمٌ مفاجىءُ في مستوى المياه**، وأحياناً **ينتجُ فيضانٌ أو ارتفاعٌ هائلٌ في الماء** . تحدثُ الموجةُ المدّيةُ وتبدأُ في الوقتِ نفسِه انتقالَها عبرَ البحرِ بسرعةٍ عظيمةٍ .

عندما تقتربُ الأمواجُ المدّيةُ من الشاطىء تسبقُها أعْراضٌ أو **دلائلُ** غريبةٌ : يحدثُ ارتفاعٌ في الماءِ شبيهٌ بما يحدثُ أثناءَ الموجِ العادي . ثم يهبطُ مستوى البحرِ مدةَ دقائقَ كما يحدثُ أثناءَ الجزرِ . بعد ذلك تندفعُ الأمواجُ المدّيةُ كاسحةً مدمّرةً .

ما سببُ التيارات البحرية ؟



هناك كميّاتٌ عظيمةٌ من الماءِ دائمةُ الجريانِ داخلَ البحرِ . وأسبابُ جريانِ المياهِ في البحرِ مُعقَّدةٌ جداً ، لأنّ عواملَ عديدةً تتدخَّلُ في حركةِ المياهِ . من هذه العواملِ ميلُ المياهِ الأشدِّ كثافةً الى الغَوْصِ وميلُ المياهِ الأقلِ كثافةً أو الأخفّ الى الارتفاعِ .

المياهُ الأشدُّ كثافةً في البحرِ هي المياهُ الباردةُ كما أنّها المياهُ الأشدُّ ملوحةً . وسببُ ذلك يرجعُ الى تجمّدِ المياهِ في المحيطِ المتجمّدِ الشمالي والمحيطِ المتجمّدِ الجنوبي . والملحُ في الماءِ المتجمّدِ قليلٌ . لذلك فإنَّ ما يتركُه الماءُ المتجمِّدُ من الملحِ وراءَه يزيدُ ملوحةَ الماءِ الباقي . هذا الماءُ المالحُ الباردُ يغوصُ الى أعماقِ المحيطِ .

ماءُ المحيطِ الأشدُّ ملوحةً نجدُه في المدارَيْن . هذا الماءُ حارٌّ لذلك فهو أقلُّ كثافةً من المياهِ الباردةِ المالحةِ الموجودةِ تحتَ هذه المياهِ الحارّةِ .

هذه المياهُ الحارّةُ تبقى على سطحِ المحيطِ وتدفعُها الرياحُ .

أحياناً تتدخَّلُ الريحُ وشكلُ الساحلِ الذي تصطدمُ به المياهُ في توجيهِ حركتِها . آنذاك يندفعُ الماءُ بسرعةٍ أكبرَ ويتحوّلُ الى تيّارٍ . والتيّاراتُ أشبهُ بأنهارٍ داخلَ البحرِ . وأشهرُ التيّاراتِ تيّارُ الخليجِ الذي اكتشفَه بنجامين فرانكلين .

يبدأُ تيّارُ الخليجِ في المحيطِ الأطلسي قربَ خطِّ الاستواءِ ، حيثُ الرّياحُ الثابتةُ قربَ خطِّ الاستواءِ تهبُّ جزئياً من الشرقِ . هذه الرياحُ تدفعُ الماءَ المالحَ الى ما بعدَ جزرِ البحرِ الكاريبي نحـو خليجِ فلوريـدا في الولاياتِ المتحدةِ . وهناك تتجمَّعُ المياهُ وترتفعُ ثم تندفعُ شمالاً الى ما بعد رأسِ هاتيراس .

هنا يكونُ تيّارُ الخليجِ ضيّقاً ويجري بخفةٍ . تبلغُ سرعتُه عدةَ أميالٍ في الساعةِ . يبلغ عرضُه هنـا أقلَّ من عشـرةِ أميالٍ ويصـلُ عمقُه الى (١٨٠٠) ألفٍ وثمانمئة قدم (أو ٥٤٠ متراً) . وتيّارُ الخليجِ ، شأنَ الأنهارِ التي تجـري على اليابسـةِ ، لا يتحرَّكُ في خطٍّ مستقيمٍ بـل يتلوّى في طريقه . لكنَّ هذا التيّارَ ، على عكسِ أنهارِ اليابسةِ ، لا يسلُك الطريقَ نفسَه ، وليسَ له خطُّ جريان ثابتٌ .

كثيرٌ من التيّاراتِ السطحيةِ كتيارِ الخليجِ مصحوبٌ بتياراتٍ تجري تحته . هذه التياراتُ السُّفلى تسمّى التياراتِ المعاكسةَ . إنّها تتدفقُ في الاتجاهِ المعاكسِ لكنها تتبعُ طريقَ التيّارِ السطحي نفسَه.

هذا ، وتنبغي الإشارةُ الى أنّ دورانَ الأرضِ يؤثّرُ الى حدٍّ كبيرٍ في اتجاهاتِ التياراتِ .

ما تيّارُ الخليج ؟

تيّارُ الخليجِ من أشهرِ التيارات البحرية إطلاقاً . **إنّه أشبهُ بنهرٍ يجري وسطَ البحرِ بدلَ أن يجريَ على اليابسةِ** . غير أنّ تيارَ الخليجِ عريضٌ جداً بل إنه **أعرضُ من أنهارِ العالمِ الكبرى جميعها !**

يتحرّكُ تيّارُ الخليجِ شمالاً على طولِ الساحلِ الشرقيّ للولاياتِ المتحدةِ عبرَ النصفِ الشماليِّ من المحيطِ الأطلسي ، ثم يتّجهُ نحو أوروبا الغربيّةِ الشماليّةِ . مياهُ هذا التيارِ ذاتُ لونٍ نيليٍ فاتحٍ ويمكنُ تمييزُها بسهولةٍ وهي تخترقُ مياهَ المحيطِ ذاتَ اللونِ الرماديِّ المخضرِّ .

تأتي مياهُ تيّارِ الخليجِ من حركةِ المياهِ السطحيةِ للمحيطِ الأطلسي قربَ خطِّ الاستواءِ . حركةُ هذه المياهِ أو اندفاعُها متجّهٌ غرباً ، وهكذا يتحركُ تيّارُ الخليجِ نحو القسمِ الشمالي من أميركا الجنوبية الى البحرِ الكاريبي .

ويصبح اسمُه تيارَ **الخليجِ** عندما يبدأُ الاتّجاهَ شمالاً على طولِ الساحلِ الشرقيّ للولاياتِ المتّحدةِ .

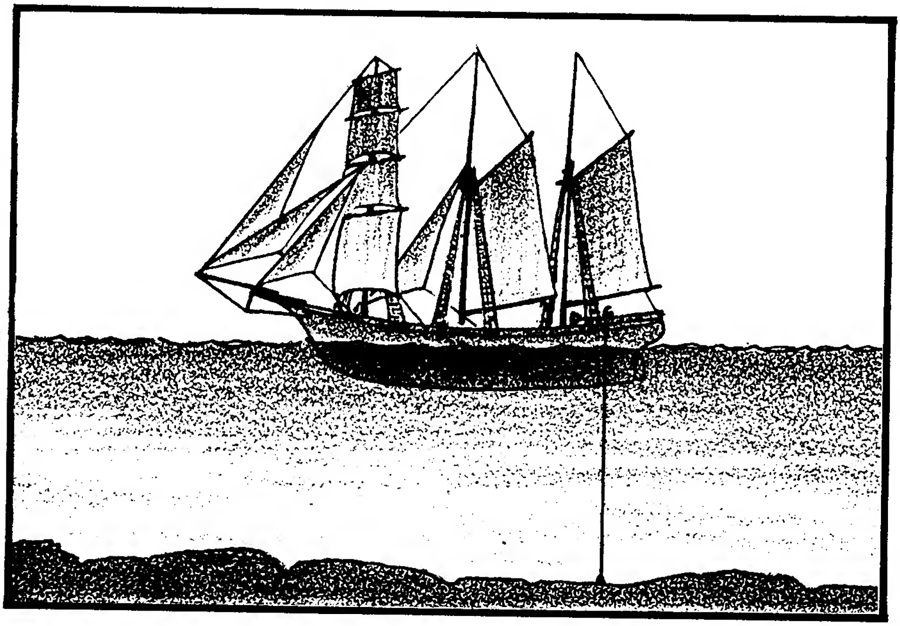
وبما أنَّ **تيّارَ الخليجِ** يبدأُ في المنطقةِ الحارّةِ من الكرةِ الأرضيةِ **فهو تيّارُ مياهٍ دافئةٍ** . ووجودُ هذا التيارِ الهائلِ من المياهِ الدافئةِ يُحدث آثاراً مهمّةً وفوارقَ غريبةً في المناخِ .

وإليكم بعضَ الأمثلةِ الغريبةِ على تأثيره : الرياحُ التي تمرُّ فوقَ هذا التيارِ على سواحلِ أوروبا الشماليةِ تتسخّنُ وتحملُ الهواءَ الدافىءَ الى أجزاءَ من النروج والسويد والدانمارك ، وهولندا وبلجيكا . والنتيجةُ هي أنّ هذه المناطقَ تتمتَّعُ بشتاءٍ ألطفَ من شتاءِ المناطقِ الواقعةِ على خطوطِ العرضِ نفسِها شمالاً ! كما ينتجُ عن مرور هذا التيارِ تحرّرُ الموانىءِ على الساحلِ النروجي من الجليدِ على مدارِ السنةِ .

وتتمتعُ لندن وباريس ، بفضل تيارِ الخليجِ بمناخٍ شتائيٍ ألطفَ من شتاءِ جنوبي اللابرادور الواقعةِ على المستوى نفسِه . فشتاءُ اللابرادور يتميَّزُ بالبردِ القارِس . **والرياحُ التي تمرُّ فوقَ تيار الخليج تصبحُ دافئةً رطبةً** . وعندما تتبرّدُ هذه الرياحُ لدى اقترابِها من نيوفاوندلاند ينتجُ عن تبردِها تكاثفُ الضبابِ . وهكذا أصبحتْ سواحلُ المنطقةِ المذكورةِ خطرةً بسببِ الضبابِ الكثيفِ .

ولا يؤثِّرُ تيارُ الخليجِ في مناخِ أميركا الشماليةِ تأثيرَه في مناخِ أوروبا ، لأنّ الرياحَ التي تهبُّ على أميركا لا تمرُّ فوقَه ثم تهبُّ فوقَ اليابسةِ ، كما يحدثُ في أوروبا الشمالية .

كيفَ يُقاسُ عمقُ البَحرِ ؟



أعماقُ البحرِ باردةٌ مظلمةٌ ولا يَعرِفُ علماءُ المحيطاتِ الكثيرَ عنها . هناكَ أجزاءُ من قعرِ المحيطِ أمكنتْ رؤيتُها عبرَ نوافذِ غوّاصاتٍ خاصةٍ ، أو بواسطةِ آلاتِ تصويرٍ خاصةٍ بأعماقِ البحرِ ، لكنّ هذا ليس كافياً .

من المعلوماتِ التي يهتمُّ بها علماءُ المحيطاتِ عمقُ المياهِ . واستطلاعُ عمقِ المياهِ يُسمّى « سبرَ العمقِ » أو « عمليةَ السَّبرِ » . كان هذا السبرُ ، في الماضي ، يتمُّ عن طريقِ إنزالِ حبلٍ عُلِّقَ في طرفِه ثقلٌ .

اليومَ يستطيعُ العلماءُ تكوينَ فكرةٍ أوضحَ عن قاعِ البحرِ بفضلِ اختراعِ جهازٍ اسمُه مسبرُ **الصَّدى** . هذا المسبَرُ يستخدمُ صدى الصوت ليبيّنَ عمقَ البحرِ .

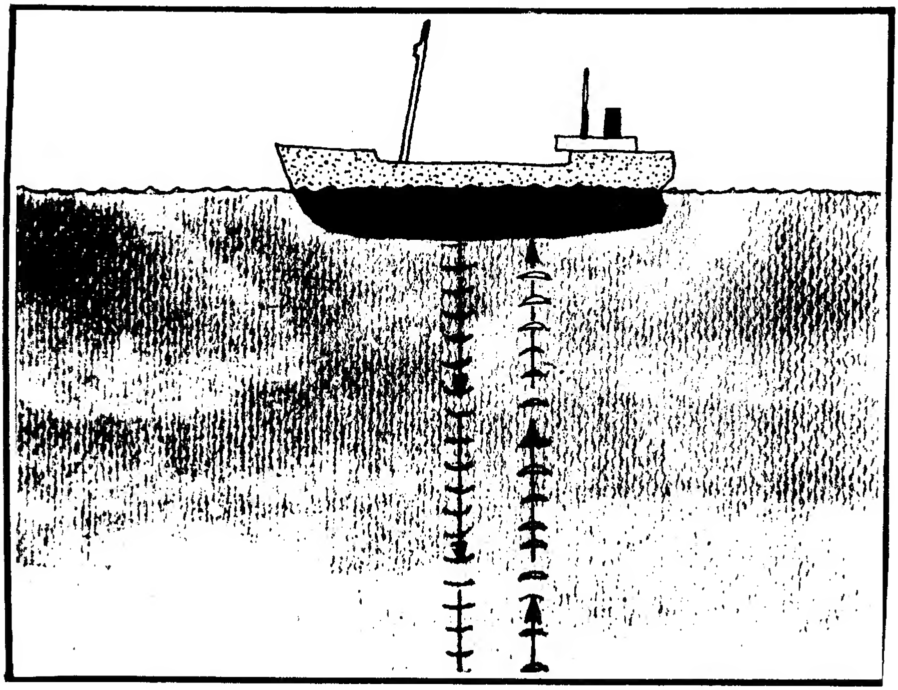
يُرسِلُ « **مسبرُ الصدى** » المحمولُ على سفينةٍ ، إشارةً صوتيةً تخترقُ الماءَ بسرعةِ ميلٍ في الثانيةِ . ويعكسُ قاعُ البحرِ هذا الصوتَ أي يُرجعُ صداها . ويستقبلُ المسبرُ هذا الصَّدى . وكلّما كانَ الماءُ عميقاً استغرقَ الصّدى وقتاً أطولَ كي يصلَ الى السفينةِ .

وفي أجهزةِ السبرِ الحديثةِ تُرسلُ أمواجٌ صوتيةٌ عاليةُ التردُّدِ في اتجاهِ العمقِ ، ويسجِّلُ الجهازُ الصّدى في شكلِ علامةٍ سوداءَ على ورقةٍ خاصةٍ . هذه الورقةُ تكونُ مرقّمةً وتُرسمُ العلامةُ عند الرقمِ المناسبِ ، بحيثُ تمكنُ قراءةُ العمقِ مقدَّراً **بالقامةِ** (والقامةُ مقياسٌ للعمق والارتفاع يساوي ست أقدام أو ١,٨٠ م) .

مسبرُ الصَّدى يقيسُ العمقَ بسهولةٍ . لكنّه يفعلُ ما هو أكثرُ بكثير . إنّه يقدّم رسماً أو خطاً يبيّن شكلَ قاعِ البحرِ تحت السفينةِ . إنّه يقومُ بعمليةِ سبرٍ كلما تحركتِ السفينةُ أمتاراً قليلةً .

فإذا عبرتِ السفينةُ فوق جبلٍ بحري من مرتفعاتِ الأعماق سجّل المسبرُ شكلَه بدقّةٍ . وإذا كان قاعُ البحر منبسطاً سجّلَ شكلاً منبسطاً . هذا المسبرُ لا يخطىءُ أيَّ تعرُّجٍ أو ارتفاعٍ ولو كان ارتفاعُه اقداماً قليلةً ! .

أيُّ المحيطاتِ أعمقُها ؟



ما تزالُ **المحيطاتُ** تشكِّلُ سرّاً مُحيِّراً بالنسبةِ للانسانِ . فنحن لا نعرفُ على وجهِ التحديدِ كم عمرُ المحيطاتِ . ويبـدو مؤكَّداً أنّهـا في المرحلةِ الأولى من عمرِ الأرضِ لم تكنْ موجودةً .

واليومَ يَستكشِفُ الانسانُ أغوارَ **المحيطاتِ** لكي يوسِّعَ معارفَه حولَها . قيعانُ المحيطاتِ مغطاةٌ حتى عمق (١٢٠٠٠) قدم برواسبَ **طينيةٍ ناعمةٍ** .

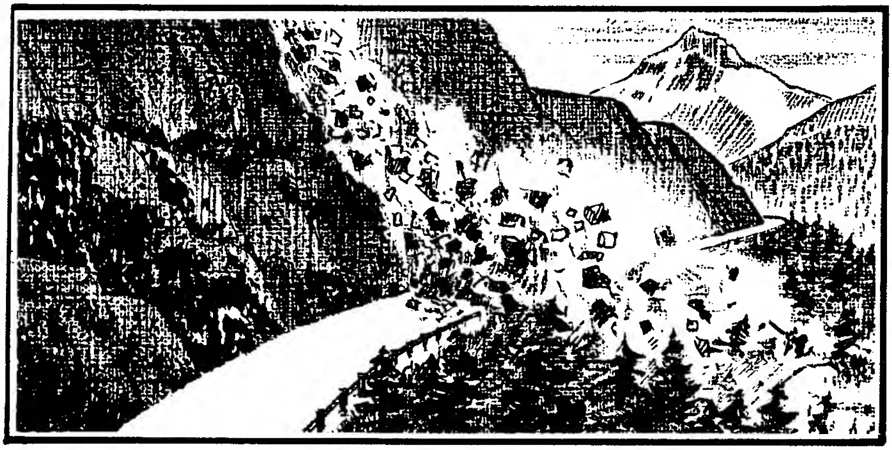
هذه الرواسبُ مكوّنةٌ من البقايا المتحلِّلةِ للحيواناتِ البحريَّةِ الصَّغيرةِ جدّاً . قيعانُ الوهادِ البحريّةِ العميقةِ المظلمةِ ، حيث يزيدُ العمق عن أربعةِ أميالٍ ، مغطاةٌ بطميٍ قرميديٍّ اللونِ يسمّى « الصلصالَ الأحمرَ » . هذا الصّلصالُ مكوّنٌ من دقائقِ هياكلِ الحيوانات البحريةِ ، وقشورِ النباتاتِ الصغيرةِ والرّمادِ البركانيِّ .

والطريقةُ المُتَّبعةُ لقياسِ عمقِ البحر هي ارسالُ أمواجٍ صوتيَّةٍ ، تعودُ لتنعكسَ عائدةً من الأعماقِ . ويقاسُ العمقُ بحسابِ الوقتِ الذي يستغرقُه الصوتُ في ذهابِه ورجوعِه ثم يُقْسَمَ هذا الوقت على اثنين .

استناداً الى هذه القياساتِ بتْنـا نعرفُ المعدَّلَ الوسطيَّ لعمقِ كلِّ محيطٍ والوهدةَ الأعمقَ فيه . المحيطُ ذو المعدّلِ الوسَطيِّ الأكبرِ للعمقِ هو المحيط الهادىءُ ، ويبلغُ معدّلُ عمقِه (١٤٠٤٨) قدماً (أو ٤٢١٤ متراً) . ويليـه في معدَّل العمقِ المحيطُ الهنديُّ ، ويبلغ معدّلُ عمقِه (١٣٠٠٢) قدماً (أو ٣٩٠٠ متر) . ويأتي المحيط الأطلسي ثالثاً في معدَّلِ عمقِه الذي يبلغ (١٢٨٨٠) قدماً (أو ٣٨٦٤ متراً) . ويشكِّلُ بحرُ البلطيقِ الطرفَ الآخرَ لأنَّه أقلُّ البحارِ عُمقاً إذ لا يتجاوزُ مُعدَّلُ عمقِه (١٨٠) قدماً (أو ٥٤ متراً) !

أعمقُ وهدةٍ بحريةٍ عُرفت حتى الآن موجودةٌ في المحيطِ الهادىءِ ، قربَ « غوام » (تجاه ساحلِ الفيليبين الشرقي) ويبلغ عمقها (٣٥٤٠٠) قدم (حوالى ١١٠٠٠ متر) . والوهدةُ البحريةُ التاليةُ في العمق موجودة في المحيطِ الأطلسيِّ قريباً من شاطىءِ بورتوريكو ويبلغ عمقها (٣٠٢٤٦) قدماً (أو ٩٠٧٣ متراً)

مَا التَيْهُور؟



التَّيْهورُ هو انهيارُ كُتلٍ ضخمةٍ من الثلجِ أو الجليدِ أو الأتربةِ الرطبةِ والحجارةِ . وتيْهورُ الأتربةِ والحجارةِ هو نوعٌ من «**الهَيْلِ** » أو انزلاقِ كتلٍ من اليابسةِ . ويمكنُ أن يحدُثَ هذا حتّى في المناطقِ الّتي لا ثلجَ فيها . **قد** يحدُثُ لجبلٍ متدرّجِ السفحِ « أو لجرف » أن **يتشبّعَ** بـالماءِ أو **يضعفَ** تماسكُه بأي شكلٍ آخر ، ولا يعودُ الترابُ قادراً على التماسكِ في هذا المكانِ المـــنحدرِ أو المتدرِّجِ ، وتغلبُ قوةُ الجذبِ نحو الأسفلِ تماسُكَه **فينهالُ** ويبدأُ **التيهورُ** .

هذا النوعُ من **التّيهورُ** شائعٌ في الربيعِ عندما تذوبُ ثلوجُ **الشتاء** وتتغلغلُ مياهُها في الأرضِ . ويمكنُ أن يقعَ أيضاً على ضفافِ نهرٍ **يحتُ**

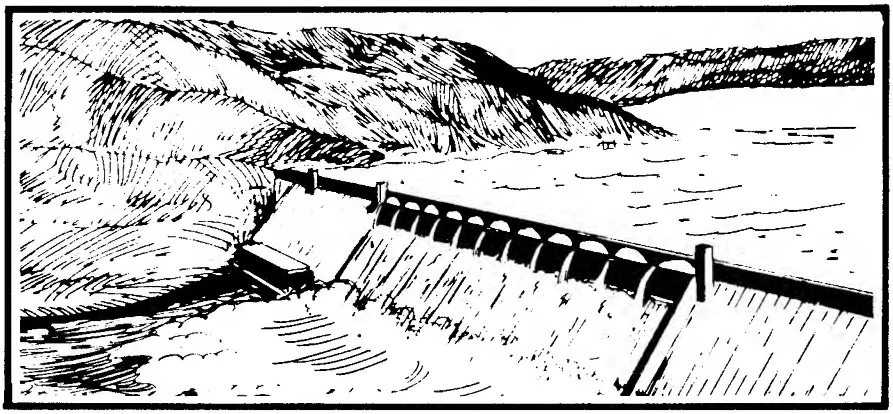
مجراه ويوسّعُه، أو حيثُ يجري حفرُ طريقٍ أو منجمٍ يقعُ عندَ قاعدةِ مصطبةٍ من مصاطبِ سفحٍ متدرجٍ . ويحدثُ لمثلِ هذه الانهياراتِ أن تسدَّ مدخلَ الوادي مكوّنةً بذلك بحيراتٍ واسعةً .

أما **التيهورُ الثلجي** فيحدثُ عندما لا يعودُ الثلجُ قادراً على الاستقرارِ على سفحِ الجبلِ دونَ أن ينزلقَ . الثلجُ القديمُ المرصوصُ المتجلّدُ أقدرُ على التماسكِ والاستقرارِ على السفوحِ الجبلية مهما كانت شديدةَ الانحدارِ . لكنَّ الثلجَ الجديد غيرَ المرصوصِ والمذرور فإنه ينزلقُ بسهولةٍ، حتى على السُّفوحِ اللطيفةِ الانحدارِ.

عندما يبدأُ انهيارٌ **ثلجيٌّ** صغيرٌ غالباً ما يقتلعُ كتلاً أكبرَ في الأسفل ، وهكذا يتعاظمُ حجمُه وقدرتُه على التدميرِ فيما هو ينحدرُ . وفي المناطقِ التي يكونُ فيها استقرار الثلج حَرِجاً بحيث ما يكادُ يتماسكُ إلا بقوةِ توازنٍ دقيقٍ ، يكفي أيُّ صوتٍ لِيُقلقِلَ هذا التوازن ، ويبدأُ **التّيهورُ** ! ذلك أنّ الصوتَ يُحدِثُ أمواجاً اهتزازيةً، وهذه الاهتزازاتُ تجعلُ الثلجَ ينزلقُ وينهارُ .

وفي جبالِ الألب ، عندما تصلُ فرقُ التسلُّقِ الى منحدراتٍ خطرةٍ ، يفرضُ الدليلُ على الجميعِ الصمتَ الكاملَ كي لا تتسببَ اهتزازاتُ الصوتِ في حدوثِ **تيهورٍ** .

مَا سَببُ الفيَضَان ؟



نجـدُ في التاريـخِ القديمِ حكـاياتٍ وأسـاطيـرَ عن الفيضـانـاتِ العظيمةِ . وجودُ هذه الحكاياتِ والأساطيرِ ناتجٌ عن كثرةِ الفيضاناتِ في الماضي . بل إنّ الانسانَ كان يختارُ الاستقرارَ حيث تجري هذه الفيضاناتُ لأنها كانت تحملُ الخصبَ .

فما الفيضان ؟ هو ما يحدثُ عندما يفيضُ ماءُ النهرِ عن حدودِ مجراه المعتادِ وينتشرُ على المساحاتِ المحيطةِ به . فما سببُ الفيضان ؟ إنّه تجمُّعُ قدرٍ عظيمٍ من المياهِ في النهرِ نتيجةَ الأمطارِ الغزيرةِ ، أو نتيجة غزارةِ الروافدِ التي تصبُّ في النهرِ ، والنهرُ . عادةً مجْتَمَعُ المياهِ في منطقةٍ واسعة تُسمّى **حوض النهرِ** . وتدفقُ المياهِ وتزايدُ غزارتِها في هذا الحوضِ هو ما يسببُ **فيضانَ النهرِ** .

بعضُ الفيضاناتِ مفيدةٌ جداً . فنهرُ النيلِ ، ما يزالُ منذُ أقدمِ عصورِ

التاريخِ يحملُ بفيضانِه الخصبَ والحياةَ للأراضي الزراعيةِ إذ ينقلُ إليها مع الماءِ **الطميَ** أو **التربةَ الخصبة** التي يجرفُها لدى انحدارِه. كما أن بعضَ الفيضاناتِ خطرةٌ مضرةٌ ، فالنهرُ الأصفرُ في الصينِ ما يزالُ يسبِّبُ بفيضانِه الموتَ والدّمار . وفي عام **١٩٣٥** تسبّبَ فيضانُ هذا النهرِ بتشريدِ أربعةِ ملايين شخصٍ .

هل يمكنُ تجنُّبُ الفيضانِ في حالِ توقُّعِه ؟ ربما كان هذا مستحيلَ التحقيق ما دامتِ الأمطارُ الغزيرةُ ستهطلُ سواءٌ توقَّعَها خبيرُ الأحوالِ الجويَّةِ أم لا . غير أنّ هناك جهوداً كبيرةً تُبذل للتحكُّمِ بالفيضانِ ، وربما نجحت ذاتَ يومٍ .

هناك ثلاثُ طرقٍ للتحكُّمِ بالفيضانِ لدى حدوثِه . الطريقةُ الأولى هي بناءُ الحواجزِ التي تحمي الحقولَ المنخفضةَ والمساحاتِ المحيطةَ بأماكنِ ارتفاعِ مياهِ النهرِ . الطريقةُ الثانيةُ هي حفرُ أقنيةٍ للطوارىءِ أو مصارفَ على جانبي النهرِ تساعدُ على تفريغِ المياهِ الزائدةِ . أما الطريقةُ الثالثةُ فهي تطويرُ أو بناءُ خزاناتٍ هائلةٍ تحفظُ الماءَ الزائدَ وقتَ الفيضانِ ثم تعودُ لتصرفَهُ تدريجياً كلَّما انخفضَ مستوى الماءِ .

مَا فيَضَانُ النيـل ؟

تبدأُ مياهُ النيلِ ، كلَّ عامٍ ، بالارتفاعِ في شهر يوليو (تموز) ، وتستمرُّ في الارتفاعِ حتى شهرِ أوكتوبر (تشرين الأول) ، بحيث يصبحُ مستوى المياهِ أعلى بمقدارِ ٢٥ قدماً (أو ٧,٥ متر) ممّا كانَ عليه في شهرِ مايو (أيار) . وفي فصلِ ارتفاعِ المياهِ يفيضُ النيلُ فوقَ ضفتَيْه ويغمرُ المساحاتِ المحـيطة به ، مُرَسِّباً فوقَ الحقولِ ما يحملُه من الطميِ أو الأتربةِ التي جرفَها أثناءَ جريانِه .

وقد كان هذا الارتفاعُ لمستوى مياهِ النيلِ نوعاً من اللغزِ ، وذلك لأنَّ الأمطارَ في مصرَ قليلةٌ بل نادرةٌ . هذا الارتفاع السنويُّ المنتظمُ للمياهِ هو الذي أعطى لمصرَ الخصبَ والازدهارَ منذ آلافِ السنينِ رغمَ وقوعِها في بقعةٍ حارّةٍ صحراويةٍ جافّةٍ . وهذا ما جعلَ المصريين القدماءَ ، يقدّسون نهرَ النيل .

لكنّ سرَّ هذا الفيضانِ المنتظمِ قد كُشِفَ تماماً منذُ القرنِ الماضي . فالنيلُ ، أطولُ أنهارِ العالمِ ، يتدفّقُ على مدى (٤٠٠٠) ميل (٦٤٠٠ كم) من الجنوبِ الى الشمالِ مخترقاً شمالَ غربيّ القارةِ الأفريقيةِ عابراً السودانَ ومصرَ .

لنهرِ النّيلِ منبعانِ، وهو يتألفُ من اجتماعِ نهرين أساسيين : النيلُ الأبيضُ والنيلُ الأزرقُ . ينبعُ النيلُ الأبيض من بحيرةِ فكتوريا في أوغندة .

وهو نهرٌ منتِظمٌ ثابتُ الجريانِ على مدارِ السنةِ ، ولا يمرّ بحالاتِ فيضانٍ ولا هبوطٍ في مستوى المياه ، وإذن لا يمكنُ أن يكونَ سبباً في فيضانِ نهرِ النيلِ . وعندما تصلُ مياهُ النيلِ خلالَ شهرَيْ نيسان (ابريل) وأيار (مايو) إلى الحدِّ الأدنى فإنّ (٨٥٪) خمساً وثمانين بالمئة من مياهِه تأتي من هذا النيلِ الأبيض .

لكن ماذا عن النيلِ الأزرقِ ؟ إنّه ينبعُ من الحبشةِ . والأمطارُ تسقطُ غزيرةً على جبالِ الحبشةِ ، ويبدأُ فيها ذوبانَ الثلوجِ في فصلِ الربيعِ . وعندما يحدثُ هذا الذوبانُ في الربيعِ ، ترتفعُ مياه النيلِ الأزرقِ وتفيضُ وهذا هو سببُ فيضانِ نهرِ النّيل .

لكنّ مصرَ لم تتركْ هذا الفيضانَ دونَ ضبطٍ، بل أقامت القناطرَ والأقنيةَ منذ القديمِ . وقد تطوَّرَ هذا الضّبطُ في القرنِ العشرين فأُقيمتِ السّدُود العظيمةُ التي تختزنُ مياهَ الفيضانِ ليجري توزيعُه بانتظامٍ على مدارِ السنةِ. وأهمُّ الخزّاناتِ أو السدودِ التي أُقيمت ، سَدُّ أسوانَ الذي بُنيَ عام **١٩٠٢** ثم توالَتْ عملياتُ توسيعِه حتى **١٩٣٣** ، والسدُّ العالي الذي تمَّ إنجازه في السنواتِ الأخيرة .

وهناك بالإضافة الى هذين السدّين الرئيسيين سدودٌ عديدةٌ في السودان وأوغندة .

سَدُّ أسْوان

السدُّ عبارةٌ عن إقامةِ حواجزَ قويةٍ تعترضُ مجرى نهرٍ من الأنهارِ ؛ ويجري بناءُ هذه الحواجزِ بحيثُ تكوّنُ بحيرةً كبيرة . وفي موسمِ الفيضانِ يخزَنُ الماءُ الفائضُ ، بحيثُ يمتنعُ تدفّقُ المياهِ العنيفُ الذي يخرّبُ الحقولَ أو على الأقلّ يُهدَرُ ويضيع . والسدُّ يحفظُ هذا الماءَ ليُستفادَ منه في موسمِ نقصِ المياهِ . ويتمُّ التحكُّمُ بمعدَّلِ تدفُّقِ الماءِ عن طريقِ إحداثِ فتحاتٍ أو منافذَ تتدرَّجُ في الارتفاعِ ، بدءاً من سريرِ النهرِ حتى المستوى الأعلى لمياهِ الخزان .

في الخزاناتِ والسدودِ العاديةِ تُفتَحُ المنافذُ العليا فقط ، أيامَ الفيضان ، وعندما ينخفِضُ مستوى الماءِ المخزونِ في بحيرةِ السدِّ تُفتَحُ المنافذُ الأكثرُ انخفاضاً بالتدريج . أما في السُّدودِ التي تُقامُ على نهرِ النيلِ فإنَّ المنافذَ كلَّها تُفتَحُ في أيامِ الفيضانِ الأولى ، لأنّ ماءَ النهرِ في هذه المرحلةِ يكونُ مُحمَّلاً بالأتربةِ التي يجرفُها وهو ينحدرُ من مرتفعاتِ الحبشةِ .

هذه المجروفاتُ ضروريةٌ جداً لإخصابِ التربةِ ، ولو اقتصرَ الأمرُ على فتحِ المنافذِ العُليا لما تدفَّقَ منها إلا الماءُ الرائقُ ، ولترسَّبَ الطميُّ في الخزانِ، وهذا ما يُنقِصُ حجمه عاماً بعدَ عام ويقلِّلُ من قدرتِه على الاستيعابِ .

تمَّ بناءُ سدِّ أسوانَ عام ١٩٠٢ ثم رُفعَتْ جدرانُ السدِّ عام ١٩٣٣ ، وأصبحَ يتّسعُ لخمسةِ ملياراتٍ ونصفِ المليار من الأمتارِ المكعبةِ . طولُ هذا السدِّ كيلومتـران ، وعددُ فتحاتِه (١٨٠) فتحة . تُفتَحُ العيونُ جميعُها أثناءَ مرورِ الفيضان ولا يبدأُ تخزينُ المياهِ إلا بعدَ أن تصبحَ المياهُ خاليةً من الرواسبِ . •يتراوحُ موعدُ البدءِ بالتخزين ما بين منتصفِ تشـرينَ الثاني (نوفمبر) ومنتصفِ كانونَ الأول (ديسمبر) ، وتنتهي عمليةُ الملءِ في أواخرِ كانونَ الثاني (يناير) .

عند امتلاءِ الخزّانِ يصبحُ مجرى النهرِ ما بينَ السدِّ ووادي حلفا الذي يقعُ وراءَه ، أشبهَ ببحيرةٍ مستطيلةٍ عظيمةٍ تغمرُ مياهُها الجهاتِ المنخفضةَ من الوادي . ولا يُبدأُ في التفريغِ الا عندما يصبحُ التصرُّفُ الطبيعيُّ للنهرِ أقلَّ من احتياجاتِ الزراعةِ . يبدأُ التفريغ عادةً في شهرِ نيسان (ابريل) وينتهي حوالى ٢٠ تموز (يوليو) من كـلِّ سنةٍ أي مـع موعـدِ الفيضانِ الجديدِ .

ولا تقتصرُ الإفادةُ من سدِّ أسوانَ على تنظيمِ الريّ بل يُستغلُّ في توليدِ القوّةِ الكهربائية . وقد انشِئَت على السدِّ عام ١٩٦٠ محطَّةٌ عظيمةٌ لتوليدِ الكهرباء .

السَدُّ العَالي

تخزينُ المياه في السدِّ العالي يقومُ على مبدأ التخزينِ المستمرِّ أو التخزينِ طويلِ الأمد . فهذا المشروعُ يأخذُ في الاعتبارِ تفاوُتَ مستوى الفيضانِ ، ووجودَ سنواتٍ عاليةٍ وسنواتٍ منخفضةٍ . وهو لذلك مُهيَّأٌ لتخزينِ كلِّ ما يزيدُ عن الحاجةِ في السنواتِ العاليةِ الفيضانِ ، لكي يُصرَفَ في السنينِ ذاتِ الفيضانِ المنخفضِ . وهكذا يتمُّ إحداثُ فيضانٍ صناعي منتظمٍ وثابتٍ .

أما بناءُ السدِّ فهو عبارةٌ عن جبلٍ من ركامِ الجرانيت ، يبلغُ ارتفاعُه ١١١ متراً ، وعرضُه عندَ القاعدةِ ألف متر ، وطولُه (٣٥٠٠) متر . وقد استُخدِمَتْ في بنائِه موادُّ يبلغُ حجمُها (٤٠) مليون مترٍ مكعب .

يعترضُ هذا السدُّ مجرى النهرِ على بعدِ سبعةِ كيلومتراتٍ جنوبي سدِّ أسوانَ . وهو يتّسعُ لتخزينِ (١٣٠) مليارَ مترٍ مكعبٍ من الماء ، مكوِّناً بذلك أعظمَ بحيرةٍ صناعيةٍ في العالمِ . تبلغُ مساحةُ هذه البحيرةِ أربعةَ آلافِ كيلو متر مربعٍ ، ويبلغُ طولُها (٥٠٠) كيلومتر ومتوسطُ عرضِها حوالى ثمانيةَ كيلومتراتٍ .

ولهذا السدِّ فوائدُ كثيرةٌ، فهويساعِدُ على تحويلِ مساحةِ (٧٠٠ ٠٠٠) سبعمئة ألف فدّان ، في محافظةِ الوجهِ القبلي وحده ، الى أراضٍ زراعيةٍ

مــرويــةٍ ريــاً دائمــاً . كمــا يؤمّن الــريَّ المنتــظِمَ الــذي يـزيــدُ الغلال . ويضمنُ زراعة (٧٠٠ ٠٠٠) سبعمئة ألف فدانٍ أرزاً كلَّ سنةٍ (لأن زراعةَ الأرز تحتاجُ الى الماء الوفير) . وفوقَ ذلك فهو يساعدُ على توليدِ طاقةٍ كهربائيةٍ مقدارُها ١٠ مليارات كيلوات ساعة سنوياً . هذه الطاقـةُ الكهربائيةُ عظيمةُ الأهميةِ في إدارةِ المعاملِ وتنشيطِ الصناعة .

لفهرس